

10/10765
PCT/JP03/13578日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.10.03

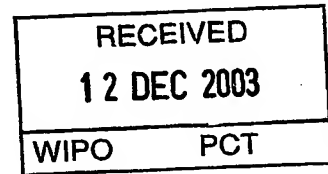
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 5 3 9 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 5 3 9 2]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

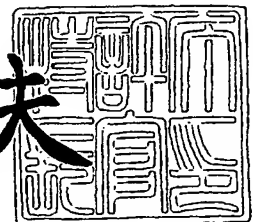


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02078

【提出日】 平成15年 2月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01L 1/34

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 漆畑 晴行

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100098420

 【住所又は居所】 名古屋市中区金山一丁目9番19号 ミズノビル4階

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 加古 宗男

 【電話番号】 052-322-9771

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 036571

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9406789

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関とは別に設けられた駆動源により吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置と、この可変バルブタイミング装置を実バルブタイミングが目標バルブタイミングに一致するように制御（以下この制御を「可変バルブタイミング制御」という）するバルブタイミング制御手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、

内燃機関の回転状態を判定する回転状態判定手段を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、前記回転状態判定手段により内燃機関が正回転中又は停止中であると判定されたときに、実バルブタイミングの算出及び／又は可変バルブタイミング制御を行うことを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記回転状態判定手段は、クランク角センサ及び／又はカム角センサの出力信号に基づいて内燃機関の回転状態を判定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記回転状態判定手段は、スタータがオンされているとき又はスタータがオフされた時点の機関回転速度が所定値以上と判定された内燃機関の回転中に、内燃機関が正回転していると判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記可変バルブタイミング装置は、前記カム軸と同期して回転する回転軸を有する駆動用モータを備え、

前記回転状態判定手段は、前記モータの回転状態に基づいて内燃機関の回転状態を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記回転状態判定手段は、スタータのオフ後に前記モータの回転状態に基づいて正回転と判定される状態が所定期間継続したときに、内燃機関が正回転していると判定することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の可

変バルブタイミング制御装置。

【請求項 6】 前記可変バルブタイミング装置は、カム軸と同心状に配置され且つクランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第 1 の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第 2 の回転部材と、前記第 1 の回転部材の回転力を前記第 2 の回転部材に伝達し且つ前記第 1 の回転部材に対する前記第 2 の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するように前記カム軸と同心に配置された前記モータとを備え、前記バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を現状維持して、前記バルブタイミングを現状維持し、前記バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を変化させて前記バルブタイミングを変化させるように構成され、

前記回転状態判定手段は、前記可変バルブタイミング装置が前記バルブタイミングを現状維持する状態になっているときに、前記モータの回転状態に基づいて内燃機関の回転状態を判定することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 7】 前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の停止中に前記可変バルブタイミング制御を実行する際に、機関停止後の前記可変バルブタイミング装置の作動量及び／又は前記可変バルブタイミング装置への供給駆動力量を制御して実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 8】 前記可変バルブタイミング装置がモータ駆動式の場合、前記バルブタイミング制御手段は、前記可変バルブタイミング装置の作動量として前記モータの回転量を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 9】 前記可変バルブタイミング装置がモータ駆動式の場合、前記バルブタイミング制御手段は、前記可変バルブタイミング装置への供給駆動力量として供給電力量を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 10】 前記可変バルブタイミング装置が油圧駆動式の場合、前記バルブタイミング制御手段は、前記可変バルブタイミング装置への供給駆動力量として供給油量を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 11】 前記バルブタイミング制御手段は、前記回転状態判定手段により内燃機関が逆回転したと判定されたときに、前記バルブタイミングを基準位置に制御することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 12】 前記基準位置が前記可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定されている場合、前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の逆回転中又は逆回転後の停止中に前記バルブタイミングを前記基準位置に制御することを特徴とする請求項 11 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 13】 前記バルブタイミング制御手段は、前記可変バルブタイミング装置に対する制御出力に基づいて実バルブタイミングが前記可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定された基準位置に到達したか否かを判定することを特徴とする請求項 12 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 14】 前記バルブタイミング制御手段は、前記可変バルブタイミング装置の作動状態に基づいて実バルブタイミングが前記可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定された基準位置に到達したか否かを判定することを特徴とする請求項 12 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 15】 前記基準位置が前記可変バルブタイミング装置の可動範囲の中間的な位置に設定されている場合、前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の逆回転後の停止中に実バルブタイミングを前記基準位置に制御することを

特徴とする請求項 11 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 16】 前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の回転速度が所定値よりも低いときに、バッテリー電圧に応じて前記可変バルブタイミング装置の作動条件を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 17】 内燃機関とは別に設けられた駆動源により吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置と、この可変バルブタイミング装置を制御するバルブタイミング制御手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、

前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の回転速度が所定値よりも低いときに、バッテリー電圧に応じて前記可変バルブタイミング装置の作動条件を変更することを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 18】 前記バルブタイミング制御手段は、前記バッテリー電圧が第 1 の所定値からそれよりも低い第 2 の所定値までの領域内のときに前記可変バルブタイミング装置の作動速度を制限し、前記バッテリー電圧が前記第 2 の所定値よりも低いときに前記可変バルブタイミング装置の作動を禁止することを特徴とする請求項 16 又は 17 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減等を目的として、吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置を採用したものが増加しつつある。

【0003】

この可変バルブタイミング装置は、例えば、特許文献 1（特開平 6-2130

21号公報)に記載されているように、モータの駆動力で位相可変機構を駆動してクランク軸に対するカム軸の回転位相を可変することで、カム軸によって開閉駆動される吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを可変するようにしたものがある。

【0004】

一般に、可変バルブタイミング制御は、クランク角センサとカム角センサの出力信号に基づいて実バルブタイミング(クランク軸に対するカム軸の回転位相)を算出し、この実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置を制御するようにしている。

【0005】

【特許文献1】

特開平6-213021号公報(第5頁~第6頁等)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前述したモータ駆動式の可変バルブタイミング装置は、エンジン運転状態に関係なくバルブタイミングを可変することができるという特徴がある。この点に着目して、本発明らは、エンジンの始動時や停止時にも可変バルブタイミング制御を行う技術を研究している。しかし、エンジンの始動時や停止時には、エンジンの逆回転やバッテリー電圧の低下が発生することがあり、エンジンの始動時や停止時に可変バルブタイミング制御を実行しているときに、エンジンが逆回転したりバッテリー電圧が低下したりすると、次のような問題が発生する。

【0007】

前述したクランク角センサやカム角センサの出力信号に基づいた実バルブタイミングの算出は、エンジンが正回転、つまりクランク軸とカム軸が正回転していることを前提として行っているため、エンジンが逆回転すると、実バルブタイミングを誤算出してしまう。このため、エンジン始動時や停止時の可変バルブタイミング制御中にエンジンが逆回転すると、誤算出した実バルブタイミングに基づいて可変バルブタイミング装置を制御してしまうことになり、バルブタイミングを正常に制御することができない状態となってしまう。

【0008】

また、エンジン始動時や停止時の可変バルブタイミング制御中にバッテリー電圧が低くなり過ぎると、可変バルブタイミング装置への供給電力が不足状態になって可変バルブタイミング装置の動作不良が発生したり、エンジン始動時にはスタータへの供給電力が不足状態になってエンジンの始動性が低下したりする可能性もある。

【0009】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、内燃機関の逆回転又はバッテリー電圧の低下によって発生する可変バルブタイミング制御に関する不具合を未然に防止することができ、内燃機関の始動時や停止時の制御性を向上させることができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置は、内燃機関とは別に設けられた駆動源により吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置をバルブタイミング制御手段により制御するシステムにおいて、内燃機関の回転状態を回転状態判定手段により判定し、内燃機関が正回転中又は停止中であると判定されたときに、実バルブタイミングの算出及び／又は可変バルブタイミング制御を行うようにしたものである。

【0011】

このようにすれば、内燃機関の回転状態を監視して、内燃機関が正回転しているときや停止しているときにだけ、実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を行うようにすることができ、内燃機関の逆回転が発生したときには、実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を停止することができる。これにより、内燃機関の始動時や停止時に内燃機関の逆回転が発生しても、逆回転によるバルブタイミング制御精度の悪化を未然に防止することができ、内燃機関の始動時や停止時の可変バルブタイミング制御の制御性を向上させること

ができる。

【0012】

この場合、請求項2のように、クランク角センサ及び／又はカム角センサの出力信号に基づいて内燃機関の回転状態を判定するようにすると良い。クランク角センサは所定クランク角毎にクランク角信号を出力し、カム角センサは所定カム角毎にカム角信号を出力するため、クランク角センサやカム角センサの出力信号を監視すれば、内燃機関の回転中と停止中とを判別することができる。

【0013】

更に、請求項3のように、スタータがオンされているとき又はスタータがオフされた時点の機関回転速度が所定値以上と判定された内燃機関の回転中に、内燃機関が正回転していると判定するようにすると良い。スタータのオン中はスタータの駆動力で内燃機関が強制的に正回転駆動されているため、内燃機関が正回転していると判定することができる。また、機関回転速度が十分に上昇していないときにスタータがオフされると、内燃機関が逆回転する可能性があるが、機関回転速度が十分に上昇してからスタータがオフされた場合は、内燃機関の始動が正常に完了してスタータオフ後も内燃機関が引き続き正回転する。従って、スタータがオフされた時点の機関回転速度が所定値以上と判定された内燃機関の回転中であれば、内燃機関が正回転していると判定することができる。

【0014】

また、請求項4のように、カム軸と同期して回転する回転軸を有する駆動用モータを備えた可変バルブタイミング装置の場合には、そのモータの回転状態に基づいて内燃機関の回転状態を判定するようにしても良い。内燃機関のクランク軸の回転力によってカム軸が回転駆動されるため、そのカム軸と同期して回転するモータの正回転・逆回転・停止を判定すれば、内燃機関の正回転・逆回転・停止を精度良く判定することができる。

【0015】

この場合、請求項5のように、スタータのオフ後にモータの回転状態に基づいて正回転と判定される状態が所定期間継続したときに、内燃機関が正回転していると判定するようにすると良い。このようにすれば、スタータオフ後の正回転・

逆回転をより精度良く判定することができる。

【0016】

また、請求項6のように、可変バルブタイミング装置が、カム軸と同心状に配置され且つクランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第1の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第2の回転部材と、前記第1の回転部材の回転力を前記第2の回転部材に伝達し且つ前記第1の回転部材に対する前記第2の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するように前記カム軸と同心に配置された前記モータとを備え、前記バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との回転位相の差を現状維持して、前記バルブタイミングを現状維持し、前記バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との回転位相の差を変化させて前記バルブタイミングを変化させるように構成されている場合には、可変バルブタイミング装置がバルブタイミングを現状維持する状態になっているときに、モータの回転状態に基づいて内燃機関の回転状態を判定するようにすると良い。

【0017】

この構成の可変バルブタイミング装置では、バルブタイミングを現状維持する状態になっているときに、モータがカム軸と同期して回転（又は停止）するため、バルブタイミングを現状維持する状態になっているときに、モータの正回転・逆回転・停止を判定すれば、内燃機関の正回転・逆回転・停止を精度良く判定することができる。

【0018】

ところで、内燃機関の停止中は、クランク角センサやカム角センサから信号が出力されなくなるため、クランク角センサやカム角センサの出力信号に基づく実バルブタイミングの算出を行うことができない。

【0019】

そこで、請求項7のように、内燃機関の停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際には、機関停止後の可変バルブタイミング装置の作動量又は可変バルブタイミング装置への供給駆動力量を制御して実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにすると良い。機関停止後の可変バルブタイミング装置の作動量や供給駆動力量は、機関停止後のバルブタイミング変化量を表すパラメータとなるため、機関停止後の可変バルブタイミング装置の作動量や供給駆動力量を制御すれば、機関停止直前に算出した実バルブタイミングからのバルブタイミング変化量を制御することができ、内燃機関の停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的に機関停止中の実バルブタイミング（機関停止直前の実バルブタイミング+バルブタイミング変化量）を目標バルブタイミングに一致させることができ、可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【0020】

内燃機関の停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、可変バルブタイミング装置がモータ駆動式の場合は、請求項8のように、可変バルブタイミング装置の作動量としてモータの回転量（回転数、回転角度、位相変化量）を制御するようにすると良い。或は、請求項9のように、可変バルブタイミング装置への供給駆動力量として供給電力量を制御するようにしても良い。一方、可変バルブタイミング装置が油圧駆動式の場合は、請求項10のように、可変バルブタイミング装置への供給駆動力量として供給油量を制御するようにしても良い。これら請求項8～10のいずれの方法を用いても、内燃機関の停止中に可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【0021】

また、請求項11のように、内燃機関が逆回転したと判定されたときには、実バルブタイミングを基準位置に制御するようにすると良い。このようにすれば、速やかに次の可変バルブタイミング制御の準備状態にすることができる。

【0022】

基準位置が可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置（最進角位置又は最遅角位置）に設定されている場合は、請求項12のように、内燃機関の逆回転

中又は逆回転後の停止中に実バルブタイミングを基準位置に制御するようにしても良い。基準位置が可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定されている場合は、実バルブタイミングが分からなくても、可変バルブタイミング装置の位相可変機構の可動部が進角側又は遅角側のストッパ部に付き当たった位置が基準位置（最進角位置又は最遅角位置）となるので、内燃機関の逆回転中・停止中のいずれの時期でも実バルブタイミングを基準位置に制御することができる。

【0023】

この場合、請求項13のように、可変バルブタイミング装置に対する制御出力に基づいて実バルブタイミングが可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定された基準位置に到達したか否かを判定するようにすると良い。つまり、可変バルブタイミング装置に対する制御出力が、実バルブタイミングを基準位置に到達させる（位相可変機構の可動部をストッパ部に付き当てる）のに必要な所定値を越えているか否かによって、実バルブタイミングが基準位置に到達したか否かを判定することができる。

【0024】

また、請求項14のように、可変バルブタイミング装置の作動状態に基づいて実バルブタイミングが可変バルブタイミング装置の可動範囲の限界位置に設定された基準位置に到達したか否かを判定するようにしても良い。例えば、可変バルブタイミング装置の作動状態としてモータの実回転速度を用い、このモータの実回転速度が予め設定されているモータ回転速度閾値以下になったときに、実バルブタイミングが基準位置に到達したと判定することができる。

【0025】

一方、基準位置が可変バルブタイミング装置の可動範囲の中間的な位置に設定されている場合は、請求項15のように、内燃機関の逆回転後の停止中に実バルブタイミングを基準位置に制御するようにすると良い。基準位置が可変バルブタイミング装置の可動範囲の中間位置に設定されている場合は、実バルブタイミングが分からないと、実バルブタイミングを基準位置に制御することができない。従って、内燃機関の逆回転後の停止中になるのを待って、実バルブタイミングを例えば限界位置からのバルブタイミング変化量等によって把握できる状態になっ

てから、実バルブタイミングを基準位置に制御すれば良い。

【0026】

ところで、内燃機関の始動時や停止時等の内燃機関の回転速度が低いときには、内燃機関で駆動されるオルタネータの発電量（バッテリーの充電量）が低下して、バッテリー電圧が低下しやすくなるが、前述したように、内燃機関の始動時や停止時の可変バルブタイミング制御中にバッテリー電圧が低くなり過ぎると、可変バルブタイミング装置への供給電力が不足状態になって可変バルブタイミング装置の動作不良が発生したり、スタータへの供給電力が不足状態になってエンジンの始動性が低下したりする可能性がある。

【0027】

この対策として、請求項16、17のように、内燃機関の回転速度が所定値よりも低いときに、バッテリー電圧に応じて可変バルブタイミング装置の作動条件を変更するようにしても良い。このようにすれば、内燃機関の始動時や停止時等の内燃機関の回転速度が低いときにバッテリー電圧が低下しても、そのバッテリー電圧条件下で可変バルブタイミング装置が正常動作できるように、或は、スタータへの供給電力を確保できるように、可変バルブタイミング装置の作動条件を変更することができる。これにより、内燃機関の始動時や停止時にバッテリー電圧の低下が発生しても、その電圧低下によって発生する可変バルブタイミング装置の動作不良やエンジンの始動性の低下を未然に防止することができ、内燃機関の始動時や停止時の制御性を向上させることができる。

【0028】

この場合、請求項18のように、バッテリー電圧が第1の所定値からそれよりも低い第2の所定値までの領域内のときに可変バルブタイミング装置の作動速度を制限し、バッテリー電圧が第2の所定値よりも低いときに可変バルブタイミング装置の作動を禁止するようにすると良い。つまり、バッテリー電圧が第1の所定値から第2の所定値までの領域内のときには、可変バルブタイミング装置の作動速度を制限して可変バルブタイミング装置の消費電力を低減することで、可変バルブタイミング装置を低消費電力モードで正常動作させながらスタータ等への供給電力を確保できるようにする。更に、バッテリー電圧が第2の所定値よりも低いとき

には、可変バルブタイミング装置の作動速度制限では対処しきれないと判断して、可変バルブタイミング装置の作動を禁止することで、可変バルブタイミング装置の動作不良やスタータへの供給電力不足を確実に防止できるようにする。これにより、バッテリー電圧低下によって発生する不具合を確実に防止できる。

【0029】

【発明の実施の形態】

《実施形態（１）》

以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した実施形態（１）を図１乃至図９に基づいて説明する。まず、図１に基づいてシステム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン１１は、クランク軸１２からの動力がタイミングチェーン１３（又はタイミングベルト）により各スプロケット１４、１５を介して吸気側カム軸１６と排気側カム軸１７とに伝達されるようになっている。また、吸気側カム軸１６側には、モータ駆動式の可変バルブタイミング装置１８が設けられている。この可変バルブタイミング装置１８によって、クランク軸１２に対する吸気側カム軸１６の回転位相（カム軸位相）を可変することで、吸気側カム軸１６によって開閉駆動される吸気バルブ（図示せず）のバルブタイミングを可変するようになっている。

【0030】

また、吸気側カム軸１６の外周側には、所定のカム角毎にカム角信号を出力するカム角センサ１９が取り付けられている。一方、クランク軸１２の外周側には、所定のクランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサ２０が取り付けられている。

【0031】

次に、図２に基づいて可変バルブタイミング装置１８の概略構成を説明する。可変バルブタイミング装置１８の位相可変機構２１は、吸気側カム軸１６と同心状に配置された内歯付きのアウタギヤ２２（第１の回転部材）と、このアウタギヤ２２の内周側に同心状に配置された外歯付きのインナギヤ２３（第２の回転部材）と、これらアウタギヤ２２とインナギヤ２３との間に配置されて両者に噛み合う遊星ギヤ２４（位相可変部材）とから構成されている。アウタギヤ２２は、

クランク軸 12 と同期して回転するスプロケット 14 と一体的に回転するように設けられ、インナギヤ 23 は、吸気側カム軸 16 と一体的に回転するように設けられている。また、遊星ギヤ 24 は、アウトギヤ 22 とインナギヤ 23 に噛み合った状態でインナギヤ 23 の回りを円軌道を描くように旋回することで、アウトギヤ 22 の回転力をインナギヤ 23 に伝達する役割を果たすと共に、インナギヤ 23 の回転速度（吸気側カム軸 16 の回転速度）に対する遊星ギヤ 24 の旋回速度（公転速度）を変化させることで、アウトギヤ 22 に対するインナギヤ 23 の回転位相（カム軸位相）を調整するようになっている。

【0032】

一方、エンジン 11 には、遊星ギヤ 24 の旋回速度を可変するためのモータ 26（駆動源）が設けられている。このモータ 26 の回転軸 27 は、吸気側カム軸 16、アウトギヤ 22 及びインナギヤ 23 と同軸上に配置され、このモータ 26 の回転軸 27 と遊星ギヤ 24 の支持軸 25 とが、径方向に延びる連結部材 28 を介して連結されている。これにより、モータ 26 の回転に伴って、遊星ギヤ 24 が支持軸 25 を中心に回転（自転）しながらインナギヤ 23 の外周の円軌道を旋回（公転）できるようになっている。また、モータ 26 には、モータ 26 の回転速度 RM （回転軸 27 の回転速度）を検出するモータ回転速度センサ 29（図 1 参照）が取り付けられている。

【0033】

この可変バルブタイミング装置 18 は、モータ 26 の回転速度 RM を吸気側カム軸 16 の回転速度 RC に一致させて、遊星ギヤ 24 の公転速度をインナギヤ 23 の回転速度（アウトギヤ 22 の回転速度）に一致させると、アウトギヤ 22 とインナギヤ 23 との回転位相の差が現状維持されて、バルブタイミング（カム軸位相）が現状維持されるようになっている。

【0034】

そして、吸気バルブのバルブタイミングを進角する場合には、モータ 26 の回転速度 RM を吸気側カム軸 16 の回転速度 RC よりも速くして、遊星ギヤ 24 の公転速度をインナギヤ 23 の回転速度よりも速くする。これにより、アウトギヤ 22 に対するインナギヤ 23 の回転位相が進角されて、バルブタイミングが進角

される。

【0035】

一方、吸気バルブのバルブタイミングを遅角する場合には、モータ26の回転速度RMを吸気側カム軸16の回転速度RCよりも遅くして、遊星ギヤ24の公転速度をインナギヤ23の回転速度よりも遅くする。これにより、アウトギヤ22に対するインナギヤ23の回転位相が遅角されて、バルブタイミングが遅角される。

【0036】

前述した各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）30に入力される。このECU30は、マイクロコンピュータを主体として構成され、そのROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁（図示せず）の燃料噴射量や点火プラグ（図示せず）の点火時期を制御する。

【0037】

また、ECU30は、後述する図3乃至図8に示すバルブタイミング制御用の各プログラムを実行することで、回転状態判定手段及びバルブタイミング制御手段として機能し、エンジン11の回転状態を監視しながら可変バルブタイミング装置18を制御する。

【0038】

本実施形態（1）では、図9に示すように、イグニッションスイッチ（以下「IGスイッチ」と表記する）がオンされた時点で、可変バルブタイミング装置駆動リレー（以下「VCT駆動リレー」と表記する）がオンされて、バッテリー（図示せず）からの電源電圧がECU30や可変バルブタイミング装置18等へに供給される。そして、IGスイッチがオフされた後も所定時間が経過するまではVCT駆動リレーがオン状態に維持されて、電源電圧がECU30、可変バルブタイミング装置18等へに供給され続け、IGスイッチのオフから所定時間が経過した時点で、VCT駆動リレーがオフされて、ECU30や可変バルブタイミング装置18等への電源電圧の供給が停止される。これにより、ECU30は、エンジン停止中も、VCT駆動リレーがオフされるまで、可変バルブタイミング装置1

8を制御できるようになっている。

【0039】

ECU30は、クランク角センサ20とカム角センサ19の出力信号、スタータ（図示せず）のオン／オフ信号等に基づいてエンジン11の回転状態（正回転、逆回転、停止）を判定し、エンジン11が正回転中又は停止中であると判定されたときに、実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を行い、エンジン11の逆回転が発生したときには実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を停止する。

【0040】

エンジン11の正回転中は、エンジン運転状態等に基づいて目標バルブタイミングを算出する共に、クランク角センサ20とカム角センサ19の出力信号に基づいて実バルブタイミングを算出し、実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置18のモータ26をフィードバック制御する。

【0041】

一方、エンジン11の停止中は、クランク角センサ20やカム角センサ19から信号が出力されなくなるため、クランク角センサ20やカム角センサ19の出力信号に基づく実バルブタイミングの算出を行うことができない。

【0042】

そこで、エンジン11の停止中は、エンジン停止後の可変バルブタイミング装置18のモータ26の回転量（回転数、回転角度、位相変化量）を制御して実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させる。つまり、エンジン停止後のモータ26の回転量は、エンジン停止後のバルブタイミング変化量を表すパラメータとなるため、エンジン停止後のモータ26の回転量を制御すれば、エンジン停止直前に算出した実バルブタイミングからのバルブタイミング変化量を制御することができ、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的にエンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング+バルブタイミング変化量）を目標バルブタイミングに一致させることができる。

【0043】

また、もし、エンジン11が逆回転したと判定されたときには、実バルブタイミングを基準位置に制御して、速やかに次の可変バルブタイミング制御の準備状態にする。この基準位置は、例えば、可変バルブタイミング装置18の可変範囲の限界位置（最進角位置又は最遅角位置）に設定される。

以下、ECU30が実行する図3乃至図8に示すバルブタイミング制御用の各プログラムの処理内容を説明する。

【0044】

[バルブタイミングメイン制御]

図3のバルブタイミングメイン制御プログラムは、IGスイッチのオンからVCT駆動リレーのオフまでの間に所定周期で実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、クランク角センサ20の出力信号に基づいてエンジン回転・停止判定を行う。尚、カム角センサ19の出力信号に基づいてエンジン回転・停止判定を行うようにしても良い。

【0045】

この後、ステップ102に進み、上記ステップ101の判定結果に基づいてエンジン回転中であるか否かを判定し、エンジン回転中でない（エンジン停止中である）と判定されれば、ステップ105に進み、後述する図6のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムを実行して、本プログラムを終了する。

【0046】

一方、上記ステップ102で、エンジン回転中であると判定された場合には、ステップ103に進み、後述する図4のエンジン正回転・逆回転判定プログラムを実行して、スタータ（図示せず）のオン／オフ信号等に基づいてエンジン正回転・逆回転判定を行う。この後、ステップ104に進み、上記ステップ103の判定結果に基づいてエンジン正回転中であるか否かを判定し、エンジン正回転中であると判定されれば、ステップ106に進み、後述する図5のエンジン正回転中のバルブタイミング制御プログラムを実行して、本プログラムを終了する。

【0047】

これに対して、上記ステップ104で、エンジン正回転中でない（エンジン逆

回転中である)と判定された場合には、ステップ107に進み、後述する図7のエンジン逆回転中のバルブタイミング制御プログラムを実行して、本プログラムを終了する。

【0048】

[エンジン正回転・逆回転判定]

図3のバルブタイミングメイン制御プログラムのステップ103で、図4のエンジン正回転・逆回転判定プログラムが起動されると、まず、ステップ201で、スタータがオンされているか否かを判定する。その結果、スタータがオンされていると判定された場合には、スタータの駆動力でエンジン11が強制的に正回転駆動されていると判断して、ステップ202に進み、エンジン正回転中と判定して、本プログラムを終了する。

【0049】

一方、上記ステップ201で、スタータがオンされていない(スタータがオフされている)と判定された場合には、ステップ203に進み、スタータがオフされた時点のエンジン回転速度が正回転を維持できる所定回転速度以上であるか否かを判定する。スタータオフ時のエンジン回転速度が所定回転速度以上であると判定された場合には、エンジン回転速度が十分に上昇してからスタータがオフされたため、エンジン11の始動が正常に完了してスタータオフ後もエンジン11が引き続き正回転していると判断して、ステップ202に進み、エンジン正回転中と判定して、本プログラムを終了する。

【0050】

これに対して、上記ステップ203で、スタータオフ時のエンジン回転速度が所定回転速度よりも低いと判定された場合には、エンジン回転速度が十分に上昇していないときにスタータがオフされたため、スタータオフ後にエンジン11が逆回転している可能性があると判断して、ステップ204に進み、エンジン逆回転中と判定して、本プログラムを終了する。

【0051】

[エンジン正回転中のバルブタイミング制御]

図3のバルブタイミングメイン制御プログラムのステップ106で、図5のエ

エンジン正回転中のバルブタイミング制御プログラムが起動されると、まず、ステップ301で、エンジン運転状態等に基づいて目標バルブタイミングを算出した後、ステップ302に進み、クランク角センサ20から出力されるクランク角信号とカム角センサ19から出力されるカム角信号とに基づいて実バルブタイミングを算出する。

【0052】

この後、ステップ303に進み、実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置18のモータ26をフィードバック制御する。

【0053】

[エンジン停止中のバルブタイミング制御]

図3のバルブタイミングメイン制御プログラムのステップ105で、図6のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムが起動されると、まず、ステップ401で、目標バルブタイミング（例えば次のエンジン始動に適したバルブタイミング）を算出した後、ステップ402に進み、エンジン停止直前に算出した実バルブタイミングと目標バルブタイミングとの差（目標バルブタイミング変化量）に応じてモータ26の目標回転数（目標回転量）を算出する。

【0054】

この後、ステップ403に進み、エンジン停止後のモータ26の回転数（回転量）を積算してモータ26の実回転数（実回転量）を求める。尚、モータ26の回転数は、例えば、モータ正回転方向の場合にプラス値とし、モータ逆回転方向の場合にマイナス値とする。

【0055】

この後、ステップ404に進み、エンジン停止後のモータ26の実回転数が目標回転数に一致したか否かを判定する。その結果、エンジン停止後のモータ26の実回転数が目標回転数に一致していない判定された場合には、ステップ405に進み、エンジン停止後のモータ26の実回転数が目標回転数よりも少ないか否かを判定し、モータ26の実回転数が目標回転数よりも少なければ、ステップ406に進み、モータ26を正回転制御した後、ステップ403に戻る。一方、モ

ータ 26 の実回転数が目標回転数以上であれば、ステップ 407 に進み、モータ 26 を逆回転制御した後、ステップ 403 に戻る。

【0056】

その後、ステップ 404 で、エンジン停止後のモータ 26 の実回転数が目標回転数に一致したと判定されたときに、ステップ 408 に進み、エンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング+バルブタイミング変化量）が目標バルブタイミングに到達したと判定した後、ステップ 409 に進み、モータ 26 を停止し、その時点の実バルブタイミングを保持して、本プログラムを終了する。

【0057】

[エンジン逆回転中のバルブタイミング制御]

図 3 のバルブタイミングメイン制御プログラムのステップ 107 で、図 7 のエンジン逆回転中のバルブタイミング制御プログラムが起動されると、まず、ステップ 501 で、目標バルブタイミングとして基準位置を読み込む。前述したように、この基準位置は、例えば、可変バルブタイミング装置 18 の可変範囲の限界位置である最進角位置又は最遅角位置に設定される。

【0058】

この後、ステップ 502 に進み、目標バルブタイミング（基準位置）が最進角位置又は最遅角位置であるか否かを判定し、目標バルブタイミング（基準位置）が最進角位置又は最遅角位置であると判定されれば、ステップ 503 以降の処理を実行して、エンジン逆回転中に実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に制御する。基準位置が最進角位置又は最遅角位置に設定されている場合は、実バルブタイミングが分からなくても、可変バルブタイミング装置 18 の位相可変機構 21 の可動部が進角側又は遅角側のストッパ部に付き当たった位置が基準位置（最進角位置又は最遅角位置）となるので、エンジン逆回転中でも実バルブタイミングを基準位置に次のようにして制御することができる。

【0059】

まず、ステップ 503 で、後述する図 8 の基準位置到達判定プログラムを実行して、モータ 26 の制御出力に基づいて実バルブタイミングが基準位置（最進角

位置又は最遅角位置) に到達したか否かの判定を行う。

【0060】

この後、ステップ504に進み、上記ステップ503の判定結果に基づいて実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達しているか否かを判定する。その結果、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達していないと判定された場合には、ステップ505に進み、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）の方向へ移動するようにモータ26の制御値を出力する。

【0061】

その後、上記ステップ504で、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したと判定されたときに、ステップ506に進み、実バルブタイミングの記憶値を基準位置（最進角位置又は最遅角位置）で更新した後、ステップ507に進み、現在のバルブタイミングを保持するようにモータ26を制御して、本プログラムを終了する。

【0062】

尚、エンジン逆回転後の停止中にステップ503～507の処理を実行して、エンジン逆回転後の停止中に実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に制御するようにしても良い。

【0063】

一方、基準位置が、可変バルブタイミング装置18の可変範囲の中間位置に設定されている場合には、上記ステップ502で「No」と判定されて、ステップ503～507の処理を実行することなく、本プログラムを終了する。この場合、エンジン逆回転後の停止中に実バルブタイミングを基準位置（中間位置）に制御するようにすると良い。基準位置が可変バルブタイミング装置18の可動範囲の中間位置に設定されている場合は、実バルブタイミングが分からないと、実バルブタイミングを基準位置（中間位置）に制御することができない。従って、エンジン逆回転後の停止中になるのを待って、実バルブタイミングを例えば限界位置からのバルブタイミング変化量等によって把握できる状態になってから、実バルブタイミングを基準位置に制御する。

【0064】

[基準位置到達判定]

図7のエンジン逆回転中のバルブタイミング制御プログラムのステップ503で、図8の基準位置到達判定プログラムが起動されると、まず、ステップ601で、実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達させる（位相可変機構21の可動部をストッパ部に付き当てる）のに必要なモータ26の目標制御出力積算値を算出した後、ステップ602に進み、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）の方向へ移動するようにモータ26を制御し始めてからのモータ制御値を積算してモータ26の実制御出力積算値を求める。

【0065】

この後、ステップ603に進み、モータ26の実制御出力積算値が目標制御出力積算値を越えたか否かを判定し、モータ26の実制御出力積算値が目標制御出力積算値を越えたと判定されたときに、ステップ604に進み、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したと判断して、本プログラムを終了する。

【0066】

以上説明した本実施形態（1）の実行例を図9のタイムチャートを用いて説明する。エンジン11を始動する際には、IGスイッチがオン（VCT駆動リレーがオン）されてからスタータがオンされるまでのエンジン停止中は、エンジン停止中のバルブタイミング制御を実行して、エンジン停止後のモータ26の実回転数を目標回転数に制御してエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させる。

【0067】

その後、スタータがオンされているエンジン正回転中は、エンジン正回転中のバルブタイミング制御を実行して、クランク角センサ20とカム角センサ19の出力信号に基づいて算出した実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置18のモータ26をフィードバック制御する。

【0068】

そして、スタータのオフ後に、エンジン正回転中と判定されれば、再びエンジン正回転中のバルブタイミング制御を実行するが、スタータのオフ後に、もし、エンジン逆回転中と判定された場合には、実バルブタイミングの算出及び可変バルブタイミング制御を停止し、実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に戻す。

【0069】

一方、エンジン11を停止する際には、IGスイッチがオフされた直後のエンジン正回転中は、エンジン正回転中のバルブタイミング制御を実行する。その後、エンジン停止中と判定されれば、VCT駆動リレーがオフされるまで、エンジン停止中のバルブタイミング制御を実行するが、もし、エンジン逆回転中と判定された場合には、実バルブタイミングの算出及び可変バルブタイミング制御を停止し、実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に戻す。

【0070】

以上説明した本実施形態（1）によれば、エンジン11の回転状態を監視して、エンジン正回転中や停止中にだけ、実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を行い、エンジン逆回転が発生したときには実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を停止するようにしたので、エンジン始動時や停止時にエンジン逆回転が発生しても、逆回転によるバルブタイミング制御精度の悪化を未然に防止することができ、エンジン始動時や停止時の可変バルブタイミング制御の制御性を向上させることができる。

【0071】

また、エンジン停止中は、クランク角センサ20やカム角センサ19の出力信号に基づいた実バルブタイミングの算出を行うことができないが、本実施形態（1）では、エンジン停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、エンジン停止後のモータ26の実回転数が目標回転数に一致するように制御してエンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング＋バルブタイミング変化量）を目標バルブタイミングに一致させるようにしたので、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的にエンジン停

止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させることができ、可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【0072】

更に、本実施形態（１）では、エンジン逆回転が発生したときに、実バルブタイミングを基準位置に制御するようにしたので、速やかに次の可変バルブタイミング制御の準備状態にすることができる。

【0073】

《実施形態（２）》

本発明の実施形態（２）では、可変バルブタイミング装置１８は、モータ２６を駆動していないときにモータ２６の回転軸２７が吸気側カム軸１６と同期して回転する構造となっている。モータ２６の回転状態（正回転・逆回転・停止）は、モータ回転速度センサ２９の出力信号等に基づいて判定することができるので、モータ２６が吸気側カム軸１６と同期して回転する状態となっているときに、モータ２６の回転状態を判定すれば、エンジン１１の回転状態を判定することができる。

【0074】

本実施形態（２）で実行する図１０のエンジン正回転・逆回転判定プログラムは、前記実施形態（１）で説明した図４のステップ２０３とステップ２０４の間に、２つのステップ２０３ａ、２０３ｂの処理を追加したものであり、それ以外の各ステップの処理は図４と同じである。

【0075】

本プログラムでは、ステップ２０３で、スタータオフ時のエンジン回転速度が正回転を維持できる所定回転速度よりも低いと判定された場合に、ステップ２０３ａ進み、可変バルブタイミング装置１８が実バルブタイミングを現状維持する状態になっているとき、つまり、モータ２６が吸気側カム軸１６と同期して回転する状態になっているときに、モータ回転速度センサ２９の出力信号等に基づいてモータ２６の正回転・逆回転を判定して、エンジン１１の正回転・逆回転を判定する。

【0076】

この後、ステップ203bに進み、スタータのオフ後にモータ26の回転状態に基づいて正回転と判定される状態が所定時間（又は所定回転数）以上継続したか否かを判定する。その結果、モータ26の回転状態に基づいて正回転と判定される状態が所定時間（又は所定回転数）以上継続すれば、ステップ202に進み、エンジン正回転中と判定する。一方、モータ26の回転状態に基づいて正回転と判定される状態が所定時間（又は所定回転数）以上継続しなければ、エンジン逆回転中と判定する。

このようにすれば、スタータオフ後のエンジン11の正回転・逆回転をより精度良く判定することができる。

【0077】

《実施形態（3）》

本発明の実施形態（3）においても、可変バルブタイミング装置18は、モータ26を駆動していないときにモータ26の回転軸27が吸気側カム軸16と同期して回転する構造となっているため、吸気側カム軸16と同期して回転するモータ26の回転状態を判定すれば、エンジン11の回転状態を判定することができる。

【0078】

本発明の実施形態（3）では、図11のエンジン回転状態判定プログラムを実行する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ701で、可変バルブタイミング装置18を実バルブタイミングが現状維持される状態、つまり、モータ26が吸気側カム軸16と同期して回転する状態にした後、ステップ702に進み、モータ回転速度センサ29の出力信号等に基づいてモータ26の回転状態（正回転・逆回転・停止）を判定する。

【0079】

この後、ステップ703に進み、上記ステップ702の判定結果に基づいてモータ回転中であるか否かを判定し、モータ回転中でない（モータ停止中である）と判定されれば、ステップ705に進み、エンジン停止中と判定して、本プログラムを終了する。

【0080】

一方、上記ステップ703で、モータ回転中であると判定された場合には、ステップ704に進み、上記ステップ702の判定結果に基づいてモータ正回転中であるか否かを判定し、モータ正回転中であると判定されれば、ステップ706に進み、エンジン正回転中と判定して、本プログラムを終了する。

【0081】

これに対して、上記ステップ704で、モータ正回転中でない（モータ逆回転中である）と判定された場合には、ステップ707に進み、エンジン逆回転中と判定して、本プログラムを終了する。

【0082】

以上説明した本実施形態（3）では、吸気側カム軸16と同期して回転するモータ26の回転状態に基づいて、エンジン11の回転状態（正回転・逆回転・停止）を判定するようにしたので、エンジン11の回転状態を精度良く判定することができる。

【0083】

《実施形態（4）》

エンジン停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、前記実施形態（1）では、エンジン停止後のモータ26の実回転数が目標回転数に一致するように制御してエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにしたが、図12に示す本発明の実施形態（4）では、エンジン停止後のモータ26の実位相変化量（実回転角度）を目標位相変化量（目標回転角度）に一致させるように制御してエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにしている。

【0084】

尚、モータ26の位相変化量（回転角度）は、モータ26が所定角度回転する毎にモータ回転速度センサ29から出力されるパルス信号をカウントすることで検出することができる。

【0085】

本実施形態（4）では、図12のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムを実行する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ801で、目

標バルブタイミングを算出した後、ステップ802で、エンジン停止直前に算出した実バルブタイミングと目標バルブタイミングとの差（目標バルブタイミング変化量）に応じてモータ26の目標位相変化量を算出し、ステップ803で、エンジン停止後のモータ26の位相変化量を積算してモータ26の実位相変化量を求める。尚、モータ26の位相変化量は、例えば、モータ正回転方向の場合にプラス値とし、モータ逆回転方向の場合にマイナス値とする。

【0086】

この後、エンジン停止後のモータ26の実位相変化量と目標位相変化量とを比較し、モータ26の実位相変化量が目標位相変化量よりも少なければ、モータ26を正回転制御し、モータ26の実位相変化量が目標位相変化量以上であれば、モータ26を逆回転制御する（ステップ804～807）。

【0087】

その後、エンジン停止後のモータ26の実位相変化量が目標位相変化量に一致したときに、エンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング+バルブタイミング変化量）が目標バルブタイミングに到達したと判定して、モータ26を停止して、その時点の実バルブタイミングを保持する（ステップ808、809）。

【0088】

以上説明した本実施形態（4）のようにしても、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的にエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させることができ、可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【0089】

《実施形態（5）》

図13に示す本発明の実施形態（5）では、エンジン停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、エンジン停止後のモータ26への実供給電力量を目標供給電力量に一致させるように制御してエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにしている。

【0090】

本実施形態（５）では、図１３のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムを実行する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ９０１で、目標バルブタイミングを算出した後、ステップ９０２で、エンジン停止直前に算出した実バルブタイミングと目標バルブタイミングとの差（目標バルブタイミング変化量）に応じてモータ２６への目標供給電力量を算出し、ステップ９０３で、エンジン停止後のモータ２６への供給電力量を積算してモータ２６への実供給電力量を求める。尚、モータ２６への供給電力量は、例えば、モータ正回転方向の場合にプラス値とし、モータ逆回転方向の場合にマイナス値とする。

【００９１】

この後、エンジン停止後のモータ２６への実供給電力量と目標供給電力量とを比較し、モータ２６への実供給電力量が目標供給電力量よりも少なければ、モータ２６に正回転方向の電力を供給し、モータ２６への実供給電力量が目標供給電力量以上であれば、モータ２６に逆回転方向の電力を供給する（ステップ９０４～９０７）。

【００９２】

その後、エンジン停止後のモータ２６への実供給電力量が目標供給電力量に一致したときに、エンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング＋バルブタイミング変化量）が目標バルブタイミングに到達したと判定して、モータ２６への電力供給を停止して、その時点の実バルブタイミングを保持する（ステップ９０８、９０９）。

【００９３】

以上説明した本実施形態（５）のようにしても、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的にエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させることができ、可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【００９４】

《実施形態（６）》

図１４に示す本発明の実施形態（６）では、エンジン１１とは別に設けられた電動オイルポンプ等から供給する油圧で駆動する油圧駆動式の可変バルブタイミ

ング装置（以下「油圧VCT」と表記する）において、エンジン停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、エンジン停止後の油圧VCTへの実供給油量を目標供給油量に一致させるように制御してエンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにしている。

【0095】

本実施形態（6）では、図14のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムを実行する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ1001で、目標バルブタイミングを算出した後、ステップ1002で、エンジン停止直前に算出した実バルブタイミングと目標バルブタイミングとの差（目標バルブタイミング変化量）に応じて油圧VCTへの目標供給油量を算出し、ステップ1003で、エンジン停止後の油圧VCTへの供給油量を積算して油圧VCTへの実供給油量を求める。尚、油圧VCTへの供給油量は、例えば、バルブタイミング進角方向の場合にプラス値とし、バルブタイミング遅角方向の場合にマイナス値とする。

【0096】

この後、エンジン停止後の油圧VCTへの実供給油量と目標供給油量とを比較し、油圧VCTへの実供給油量が目標供給油量よりも少なければ、油圧VCTにバルブタイミング進角方向の油圧を供給し、油圧VCTへの実供給油量が目標供給油量以上であれば、油圧VCTにバルブタイミング遅角方向の油圧を供給する（ステップ1004～1007）。

【0097】

その後、エンジン停止後の油圧VCTへの実供給油量が目標供給油量に一致したときに、エンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング+バルブタイミング変化量）が目標バルブタイミングに到達したと判定して、油圧VCTへの油供給条件を保持して、その時点の実バルブタイミングを保持する（ステップ1008、1009）。

【0098】

以上説明した本実施形態（6）のようにしても、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出しなくても、間接的にエンジン停止中の実バルブタイミング

を目標バルブタイミングに一致させることができ、可変バルブタイミング制御を精度良く実行することができる。

【0099】

《実施形態（7）》

エンジン逆回転中又は逆回転後の停止中に実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に制御する際に、前記実施形態（1）では、モータ26の実制御出力積算値が目標制御出力積算値を越えたか否かによって実バルブタイミングが基準位置に到達したか否かを判定するようにしたが、図15に示す本発明の実施形態（7）では、モータ26の実制御時間積算値が目標制御時間積算値を越えたか否かによって実バルブタイミングが基準位置に到達したか否かを判定するようにしている。

【0100】

本実施形態（7）では、図15の基準位置到達判定プログラムを実行する。本プログラムでは、まず、ステップ1101で、実バルブタイミングを基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達させる（位相可変機構21の可動部をストッパ部に付き当てる）のに必要なモータ26の目標制御時間積算値を算出した後、ステップ1102に進み、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）の方向へ移動するようにモータ26を制御し始めてからのモータ制御時間を積算してモータ26の実制御時間積算値を求める。

【0101】

この後、モータ26の実制御時間積算値と目標制御時間積算値とを比較し、モータ26の実制御時間積算値が目標制御時間積算値を越えたときに、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したと判断する（ステップ1103～1104）。

【0102】

以上説明した本実施形態（7）のようにしても、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したか否かを精度良く判定することができる。

【0103】

《実施形態（８）》

図１６に示す本発明の実施形態（８）では、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達して位相可変機構２１の可動部がストッパ部に付き当たったときに、モータ２６の回転がカム軸回転速度と同等速度に急低下又は急停止してモータ２６の電流値又は電圧値が増加することに着目して、モータ２６の実電流値又は実電圧値が所定の閾値を越えたか否かによって実バルブタイミングが基準位置に到達したか否かを判定するようにしている。

【０１０４】

本実施形態（８）では、図１６の基準位置到達判定プログラムを実行する。本プログラムでは、まず、ステップ１２０１で、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したか否か（つまり、モータ２６の回転が制限されてモータ２６の電流値又は電圧値が増加したか否か）を判定するためのモータ電流閾値又はモータ電圧閾値を算出した後、ステップ１２０２で、モータ２６の実電流値又は実電圧値を検出する。

【０１０５】

この後、モータ２６の実電流値（又は実電圧値）とモータ電流閾値（又はモータ電圧閾値）とを比較し、モータ２６の実電流値（又は実電圧値）がモータ電流閾値（又はモータ電圧閾値）を越えたときに、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したと判断する（ステップ１２０３～１２０４）。

【０１０６】

以上説明した本実施形態（８）のようにしても、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したか否かを精度良く判定することができる。

【０１０７】

《実施形態（９）》

図１７に示す本発明の実施形態（９）では、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達して位相可変機構２１の可動部がストッパ部に付き当たったときに、モータ２６の回転がカム軸回転速度と同等速度に急低下又

は急停止することに着目して、モータ 26 の実回転速度が所定の閾値以下になったか否かによって実バルブタイミングが基準位置に到達したか否かを判定するようになっている。

【0108】

本実施形態（9）では、図 17 の基準位置到達判定プログラムを実行する。本プログラムでは、まず、ステップ 1301 で、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したか否か（つまり、モータ 26 の回転速度が急低下したか否か）を判定するためのモータ回転速度閾値を算出した後、ステップ 1302 で、モータ 26 の実回転速度を検出する。

【0109】

この後、モータ 26 の実回転速度とモータ回転速度閾値とを比較し、モータ 26 の実回転速度がモータ回転速度閾値以下になったときに、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したと判断する（ステップ 1303～1304）。

【0110】

以上説明した本実施形態（9）のようにしても、実バルブタイミングが基準位置（最進角位置又は最遅角位置）に到達したか否かを精度良く判定することができる。

【0111】

《実施形態（10）》

次に、図 18 を用いて本発明の実施形態（10）を説明する。エンジン始動時や停止時等のエンジン回転速度が低いときには、エンジン 11 で駆動されるオルタネータの発電量（バッテリーの充電量）が低下して、バッテリー電圧が低下しやすくなるが、エンジン始動時や停止時の可変バルブタイミング制御中にバッテリー電圧が低くなり過ぎると、可変バルブタイミング装置 18 への供給電力が不足状態になって可変バルブタイミング装置 18 の動作不良が発生したり、スタータへの供給電力が不足状態になってエンジン 11 の始動性が低下したりする可能性がある。

【0112】

この対策として、本実施形態（10）では、図18に示す可変バルブタイミング装置の作動条件変更プログラムを実行することで、エンジン回転速度が所定値よりも低いときに、バッテリー電圧に応じて可変バルブタイミング装置18の作動条件を変更する。これにより、エンジン始動時や停止時等のエンジン回転速度が低いときにバッテリー電圧が低下しても、そのバッテリー電圧条件下で可変バルブタイミング装置18が正常動作できるように、或は、スタータへの供給電力を確保できるように、可変バルブタイミング装置18の作動条件を変更する。

【0113】

図18に示す可変バルブタイミング装置の作動条件変更プログラムは、IGスイッチのオンからVCT駆動リレーのオフまでの期間に所定周期で実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ1401で、現在のバッテリー電圧を検出した後、ステップ1402に進み、現在のエンジン回転速度を検出する。

【0114】

この後、ステップ1403に進み、エンジン回転速度が所定値以上であるか否かを判定する。この所定値は、エンジン11で駆動されるオルタネータの発電量（バッテリーの充電量）を十分に確保できるエンジン回転速度に設定される。その結果、エンジン回転速度が所定値以上であると判定されれば、バッテリー電圧低下による不具合は発生しないと判断して、本プログラムを終了する。

【0115】

一方、ステップ1403で、エンジン回転速度が所定値よりも低いと判定された場合には、ステップ1404に進み、バッテリー電圧が第1の所定値V1以上であるか否かを判定する。その結果、バッテリー電圧が第1の所定値V1以上であると判定されれば、バッテリー電圧低下による不具合は発生しないと判断して、本プログラムを終了する。

【0116】

その後、上記ステップ1404で、バッテリー電圧が第1の所定値V1よりも低いと判定されたときに、ステップ1405に進み、バッテリー電圧が第2の所定値V2以上であるか否かを判定する。この第2の所定値V2は、第1の所定値V1よりも低い電圧値に設定されている。

【0117】

その結果、バッテリー電圧が第1の所定値V1よりも低く、且つ、第2の所定値V2以上であると判定された場合には、ステップ1406に進み、可変バルブタイミング装置18の作動速度を所定速度以下に制限して、可変バルブタイミング装置18の消費電力を低減する。これにより、可変バルブタイミング装置18を低消費電力モードで正常動作させながらスタータ等への供給電力を確保できるようにする。

【0118】

これに対して、バッテリー電圧が第2の所定値V1よりも低いと判定された場合には、可変バルブタイミング装置18の作動速度制限では対処しきれないと判断して、ステップ1407に進み、可変バルブタイミング装置18の作動を禁止する。これにより、可変バルブタイミング装置18の動作不良やスタータへの供給電力不足を確実に防止できるようにする。

【0119】

以上説明した本実施形態(10)によれば、エンジン回転速度が所定値よりも低いときに、バッテリー電圧に応じて可変バルブタイミング装置18の作動速度を制限したり、可変バルブタイミング装置18の作動を禁止するようにしたので、エンジン始動時や停止時等のエンジン回転速度が低いときにバッテリー電圧が低下しても、そのバッテリー電圧条件下で可変バルブタイミング装置18が正常動作できるように、或は、スタータへの供給電力を確保できるようにすることができる。これにより、エンジン始動時や停止時にバッテリー電圧の低下が発生しても、その電圧低下によって発生する可変バルブタイミング装置18の動作不良やエンジン始動性の低下を未然に防止することができ、エンジン始動時や停止時の制御性を向上させることができる。

【0120】

尚、本実施形態(10)におけるエンジン回転速度の所定値(閾値)やバッテリー電圧の所定値(閾値)は、エンジン状態(温度、エンジン負荷、電気負荷、オイル粘度等)に応じて変更しても良い。このようにすれば、例えば低温始動時のようにバッテリー負荷が大きい場合に、エンジン回転速度の所定値又はバッテリー電

圧の所定値を大きくして、バッテリー電圧不足による不具合を防止することが可能になる。

【0121】

また、本実施形態（10）では、バッテリー電圧が低いときに、可変バルブタイミング装置 18 の作動速度を制限するようにしたが、可変バルブタイミング装置 18 の他の作動条件（例えば作動量等）を変更するようにしても良い。

また、本実施形態（10）は、上記各実施形態（1）～（9）と組み合わせて実施しても良いが、単独で実施しても良い。

【0122】

また、上記各実施形態（1）～（9）では、バルブタイミング制御プログラム側でエンジン逆回転を判定するようにしたが、エンジン制御プログラム側で実行されるエンジン逆回転判定の判定結果をバルブタイミング制御に利用するようにしても良い。また、バルブタイミング制御プログラム側で実行したエンジン逆回転判定の判定結果をエンジン制御プログラム側に反映させて逆回転判定時の燃料カット制御等を実行するようにしても良い。

【0123】

また、上記各実施形態（1）～（9）では、エンジン停止中に可変バルブタイミング制御を実行する際に、エンジン停止後のモータ 26 の回転量（回転数、位相変化量）等のバルブタイミング変化量を表すパラメータを目標値に制御することで、エンジン停止中に実バルブタイミングを直接算出せずに、エンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにしたが、エンジン停止直前の実バルブタイミングと、エンジン停止後のモータ 26 の回転量（回転数、位相変化量）等のバルブタイミング変化量を表すパラメータとに基づいてエンジン停止中の実バルブタイミング（エンジン停止直前の実バルブタイミング＋バルブタイミング変化量）を算出し、エンジン停止中の実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置 18 をフィードバック制御するようにしても良い。

【0124】

また、本発明は、吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に限定されず、

排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。更に、可変バルブタイミング装置 18 の構成は、適宜変更しても良く、要は、エンジンとは別に設けたモータ、オイルポンプ等の駆動源で駆動する可変バルブタイミング装置であれば良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態 (1) におけるエンジン制御システム全体の概略構成図

【図 2】

可変バルブタイミング装置の概略構成図

【図 3】

実施形態 (1) のバルブタイミングメイン制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 4】

実施形態 (1) のエンジン正回転・逆回転判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 5】

実施形態 (1) のエンジン正回転中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 6】

実施形態 (1) のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 7】

実施形態 (1) のエンジン逆回転中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 8】

実施形態 (1) の基準位置到達判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 9】

実施形態 (1) の実行例を示すタイムチャート

【図 10】

実施形態 (2) のエンジン正回転・逆回転判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 11】

実施形態 (3) のエンジン回転状態判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 12】

実施形態 (4) のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 13】

実施形態 (5) のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 14】

実施形態 (6) のエンジン停止中のバルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 15】

実施形態 (7) の基準位置到達判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 16】

実施形態 (8) の基準位置到達判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 17】

実施形態 (9) の基準位置到達判定プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 18】

実施形態 (10) の可変バルブタイミング装置の作動条件変更プログラムの処理の流れを示すフローチャート

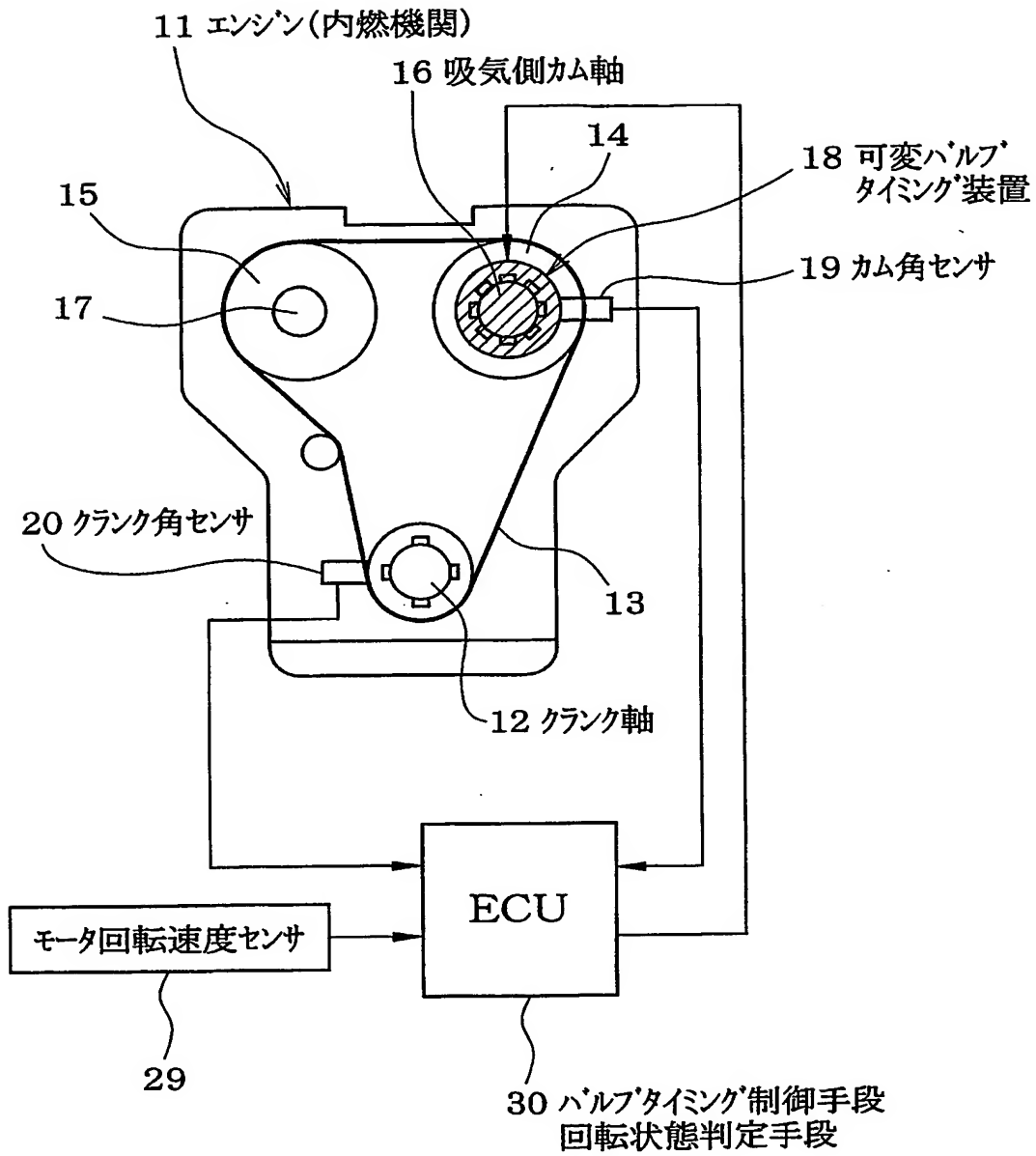
【符号の説明】

11…エンジン (内燃機関)、12…クランク軸、13…吸気側カム軸、17

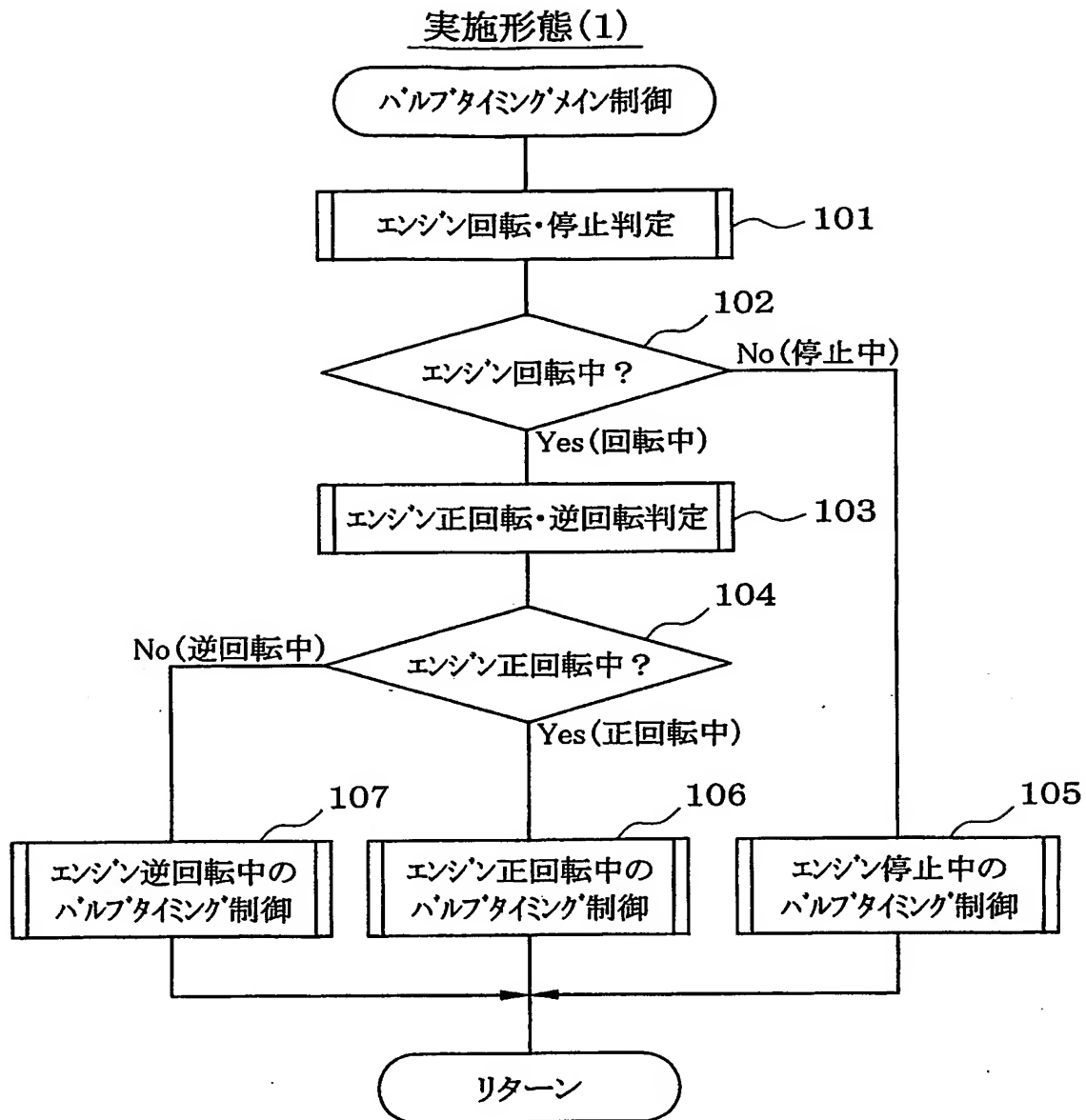
…排気側カム軸、18…可変バルブタイミング装置、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…位相可変機構、22…アウトギヤ（第1の回転部材）、23…インナギヤ（第2の回転部材）、24…遊星ギヤ（位相可変部材）、26…モータ（駆動源）、29…モータ回転速度センサ、30…ECU（回転状態判定手段、バルブタイミング制御手段）。

【書類名】 図面

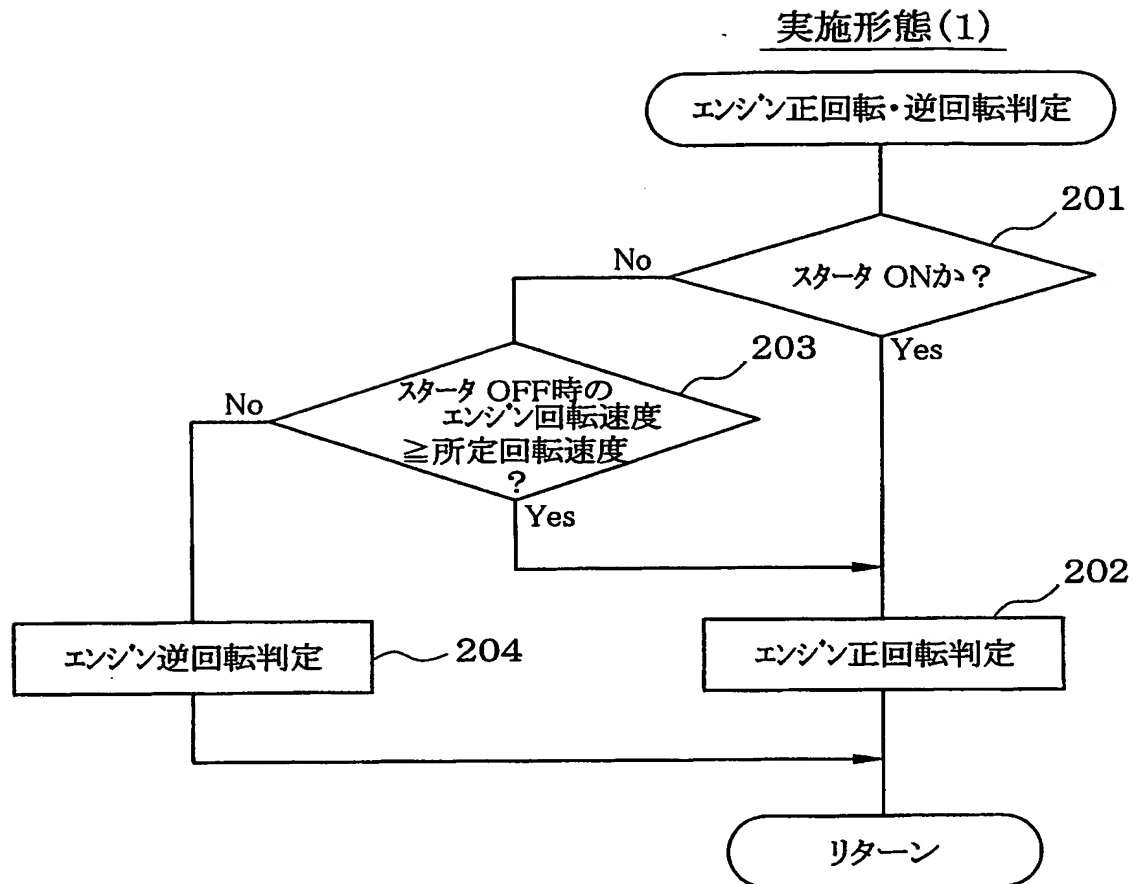
【図 1】



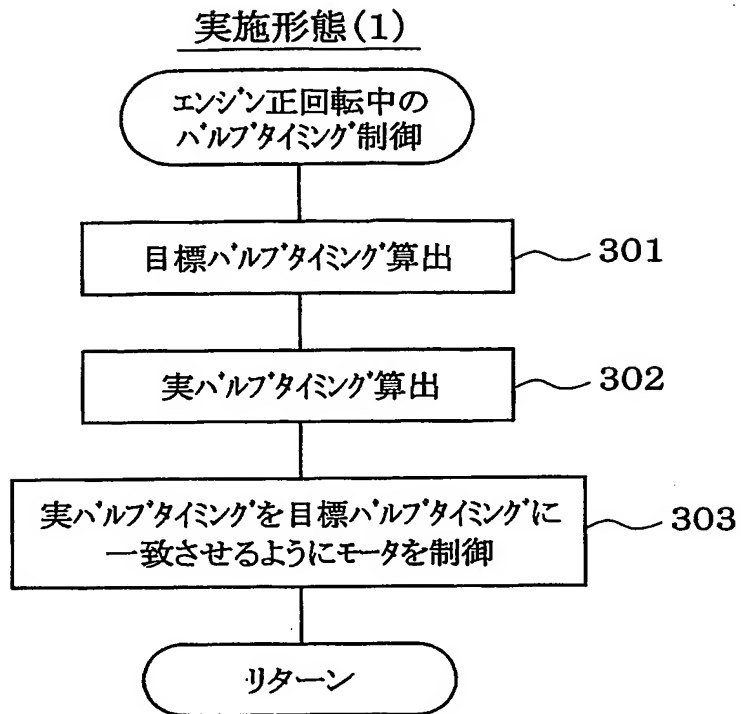
【図 3】



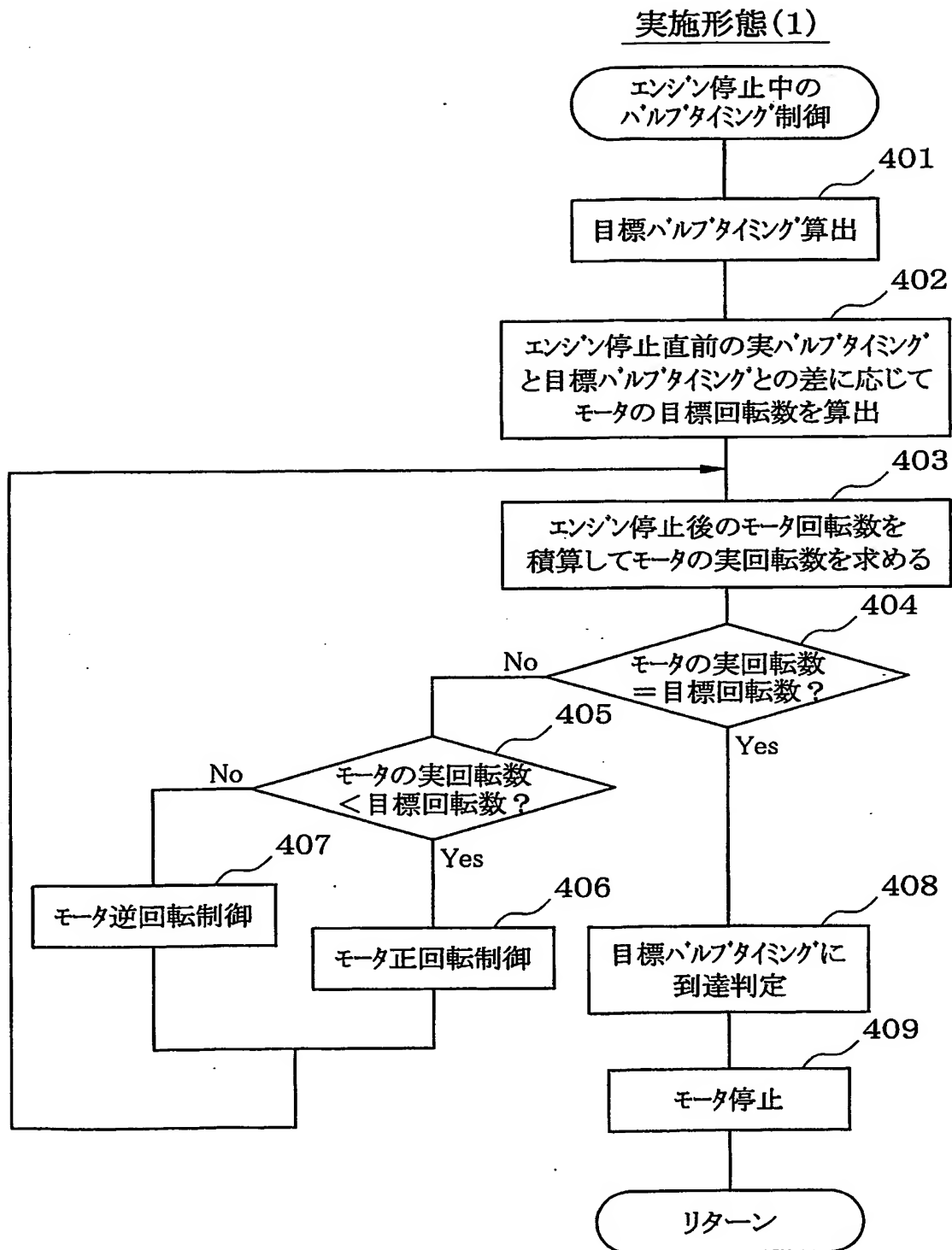
【図 4】



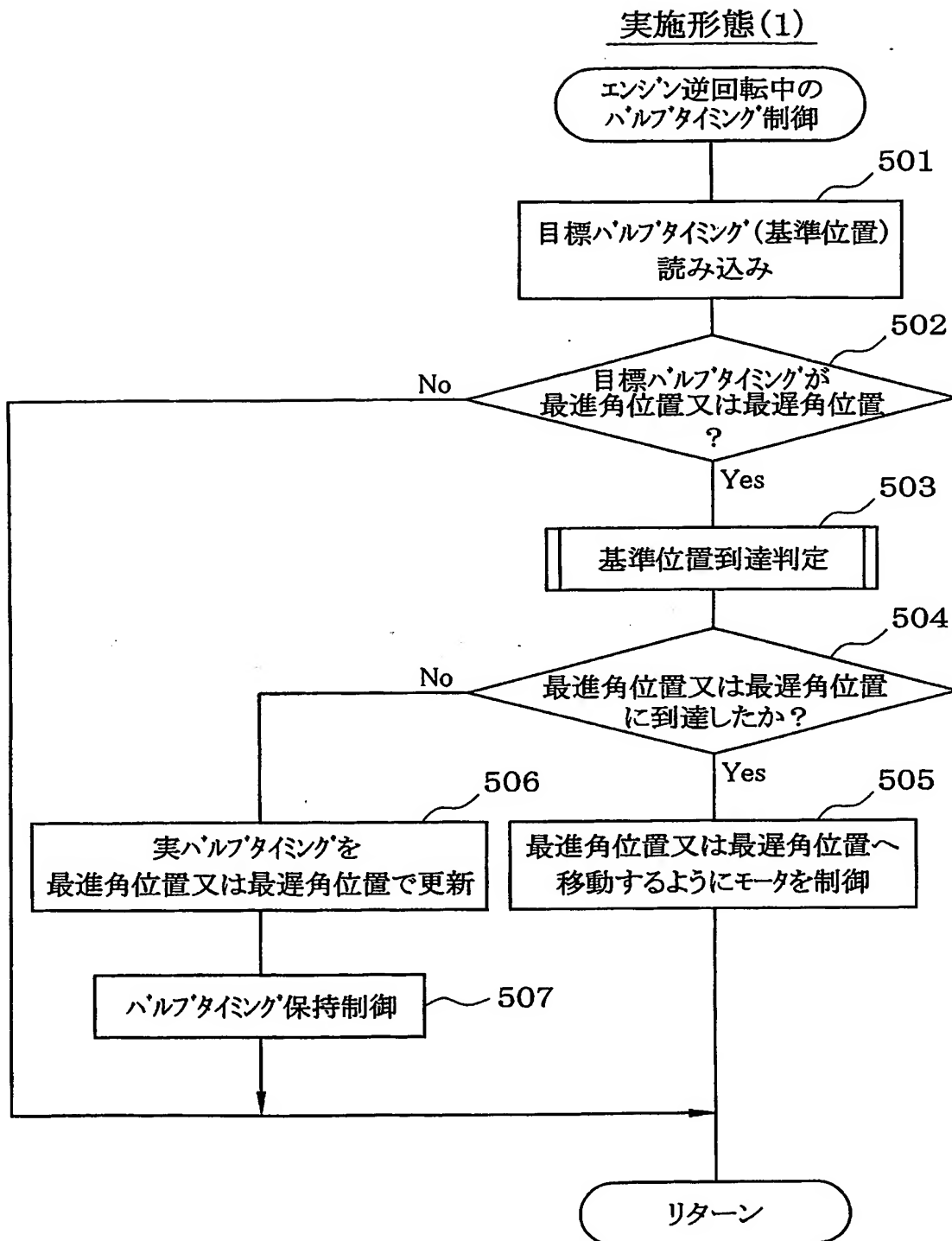
【図 5】



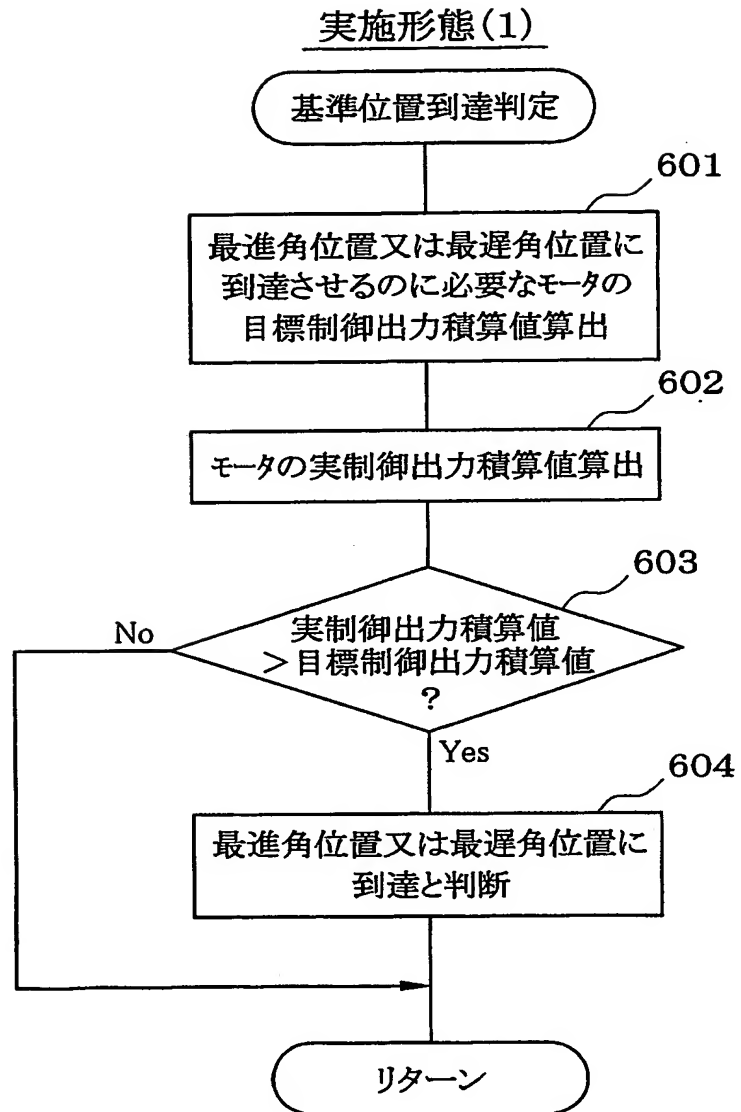
【図 6】



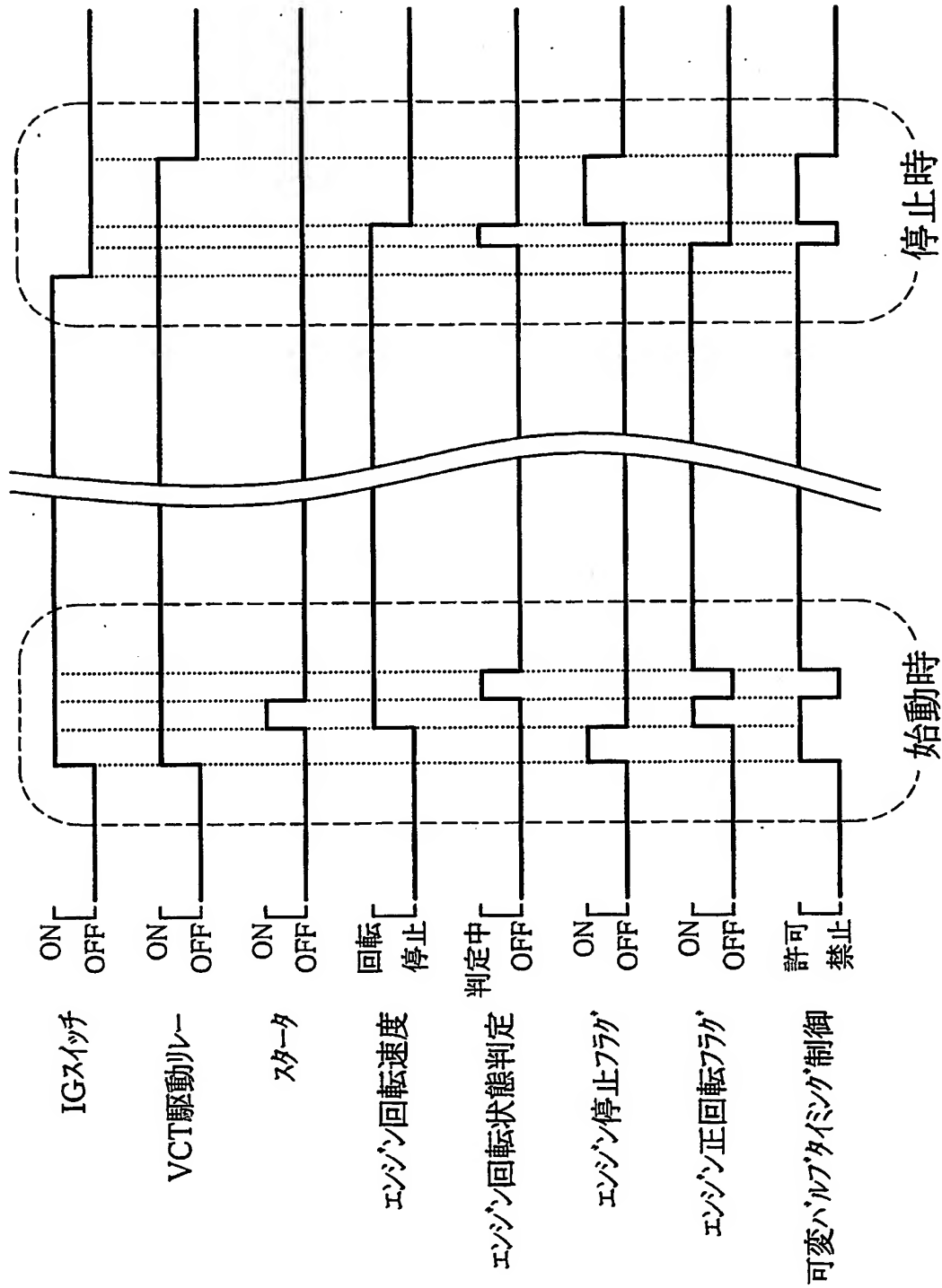
【図 7】



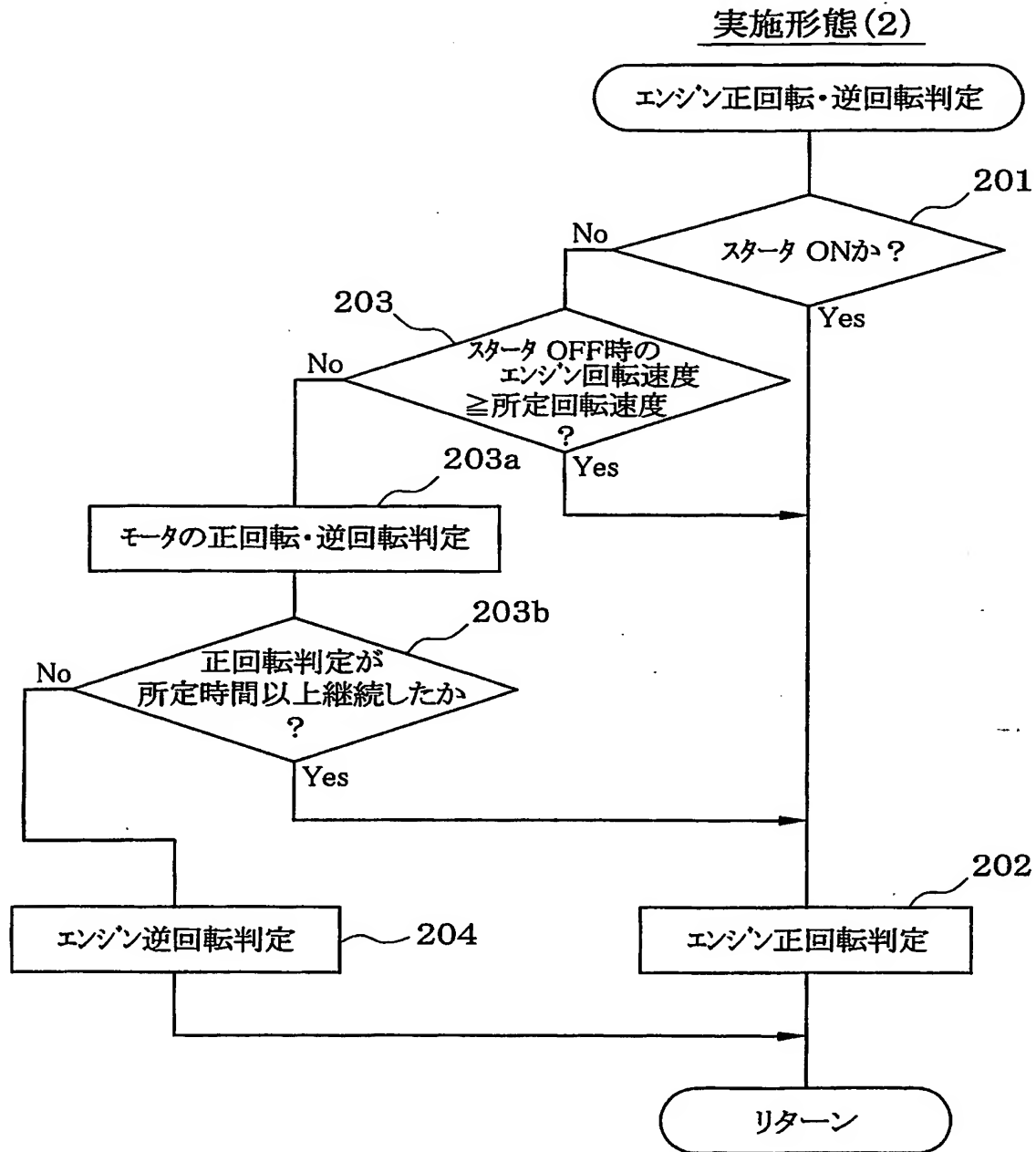
【図 8】



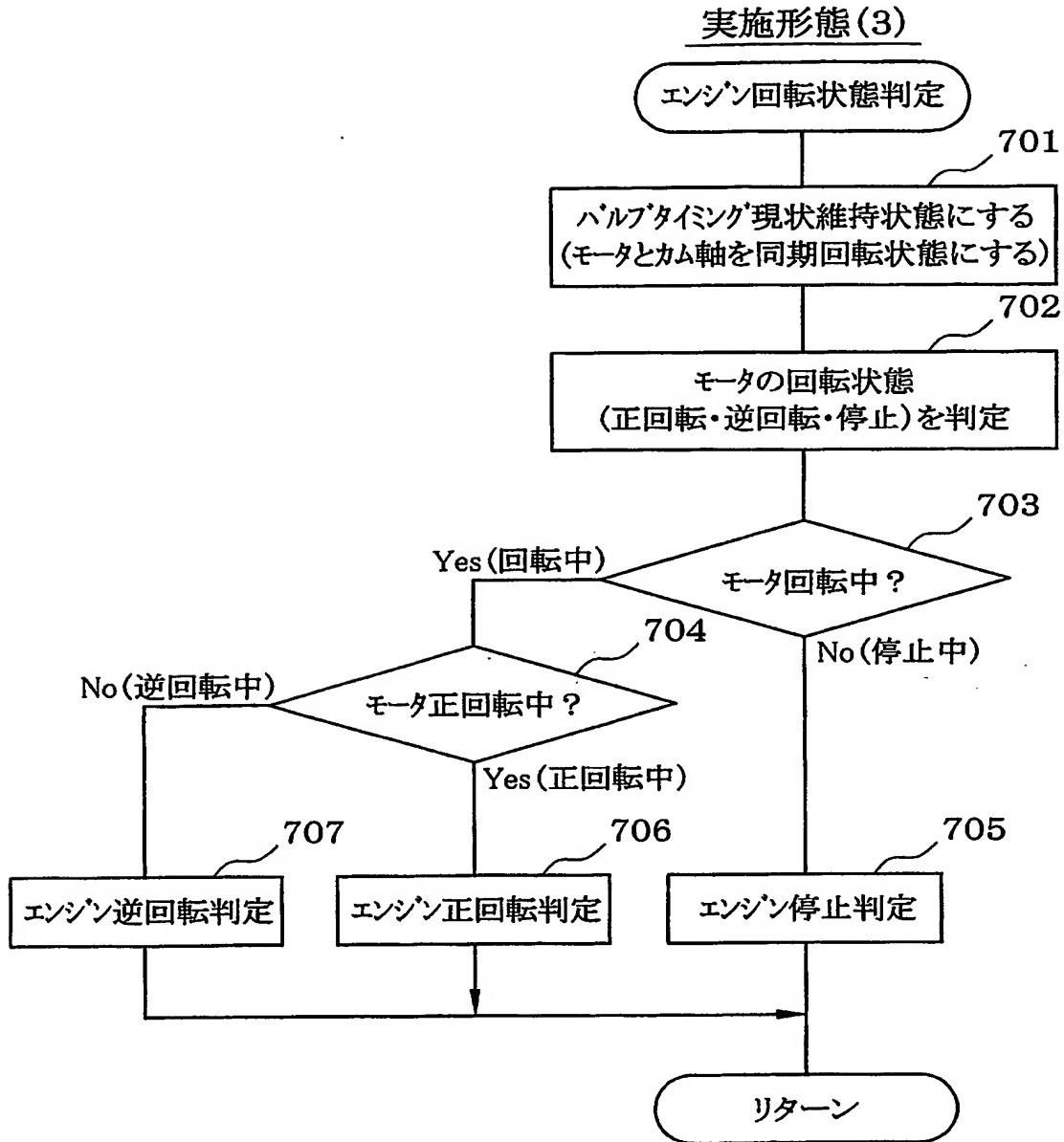
【図 9】



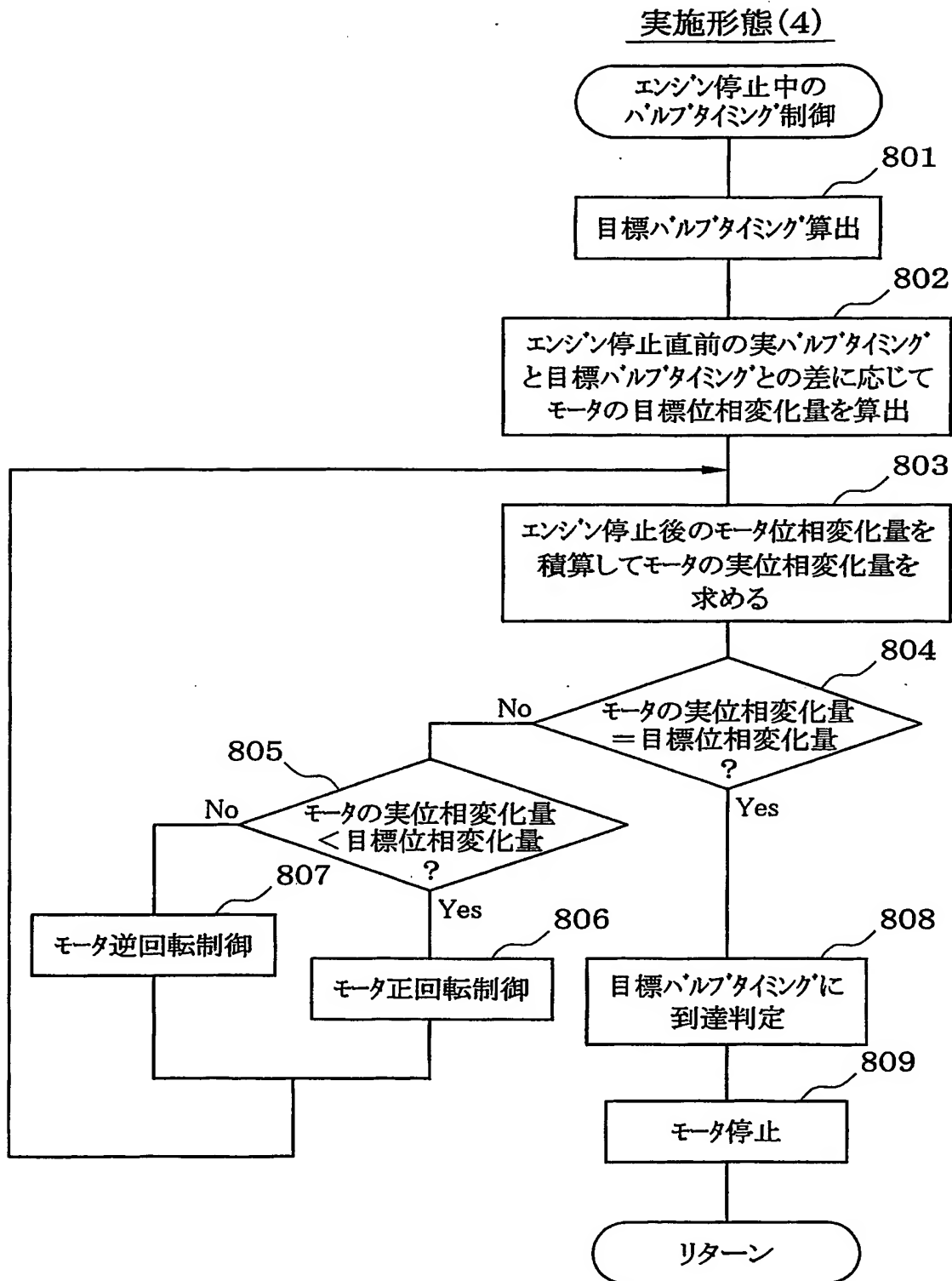
【図 10】



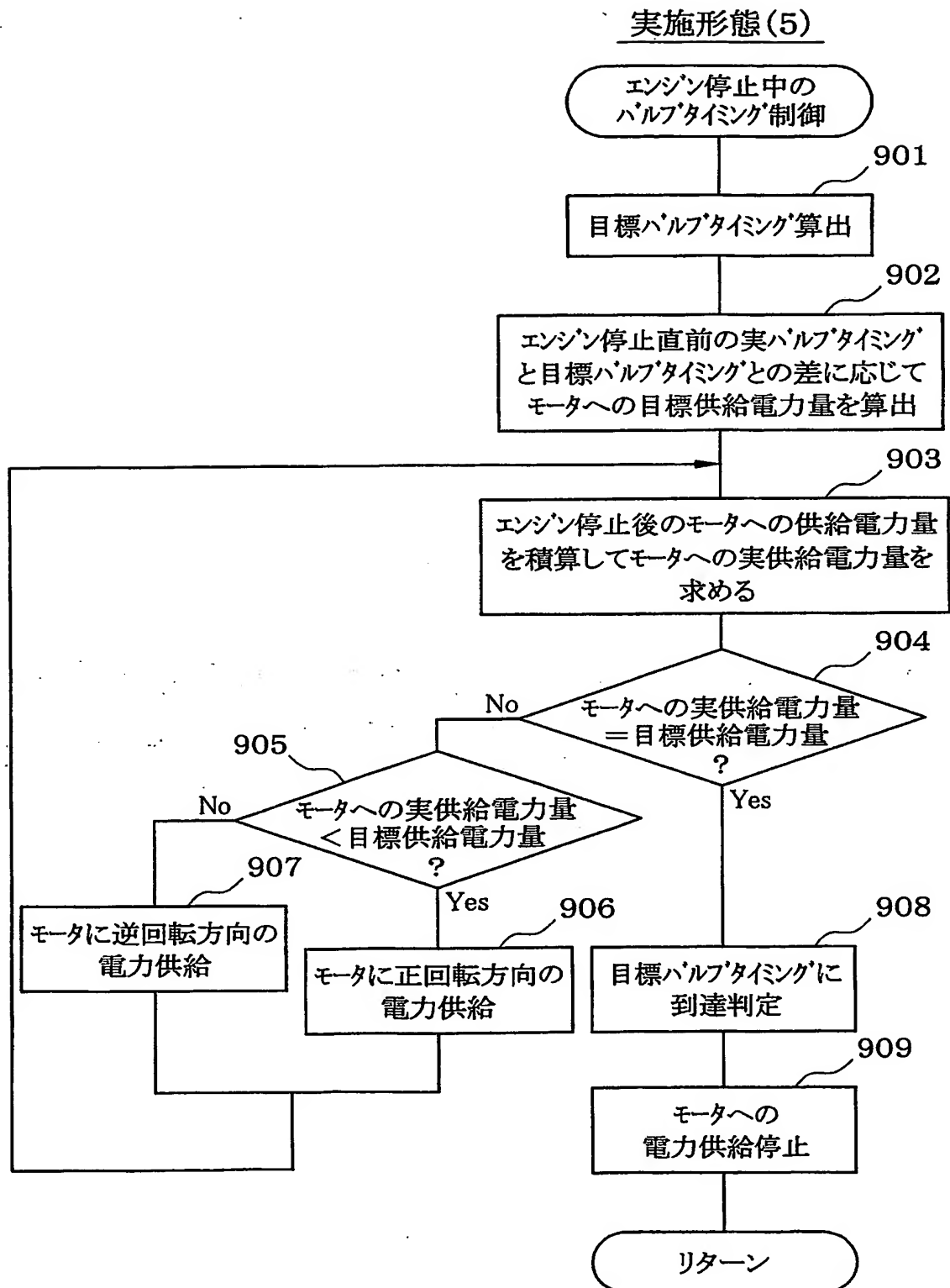
【図 11】



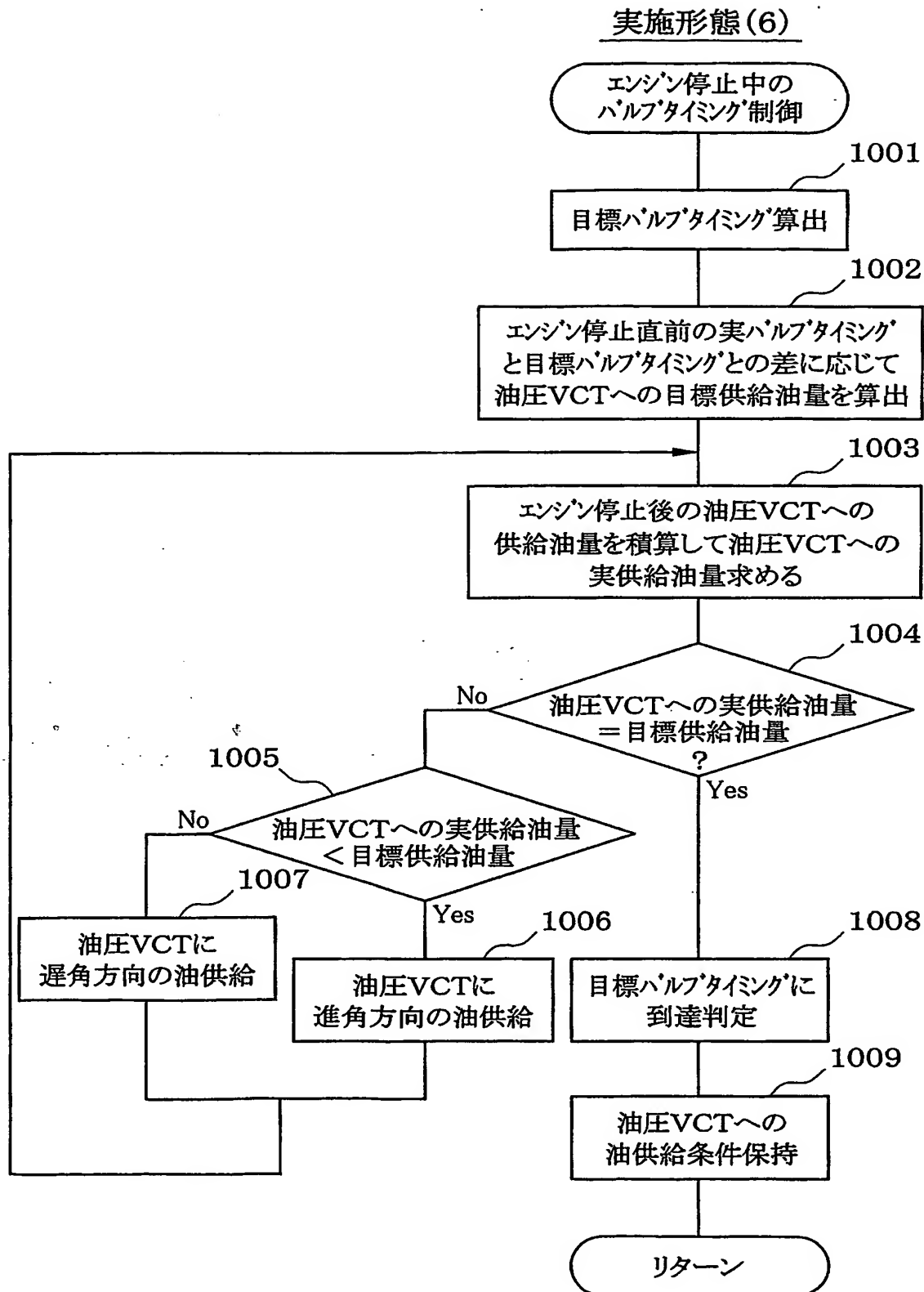
【図 12】



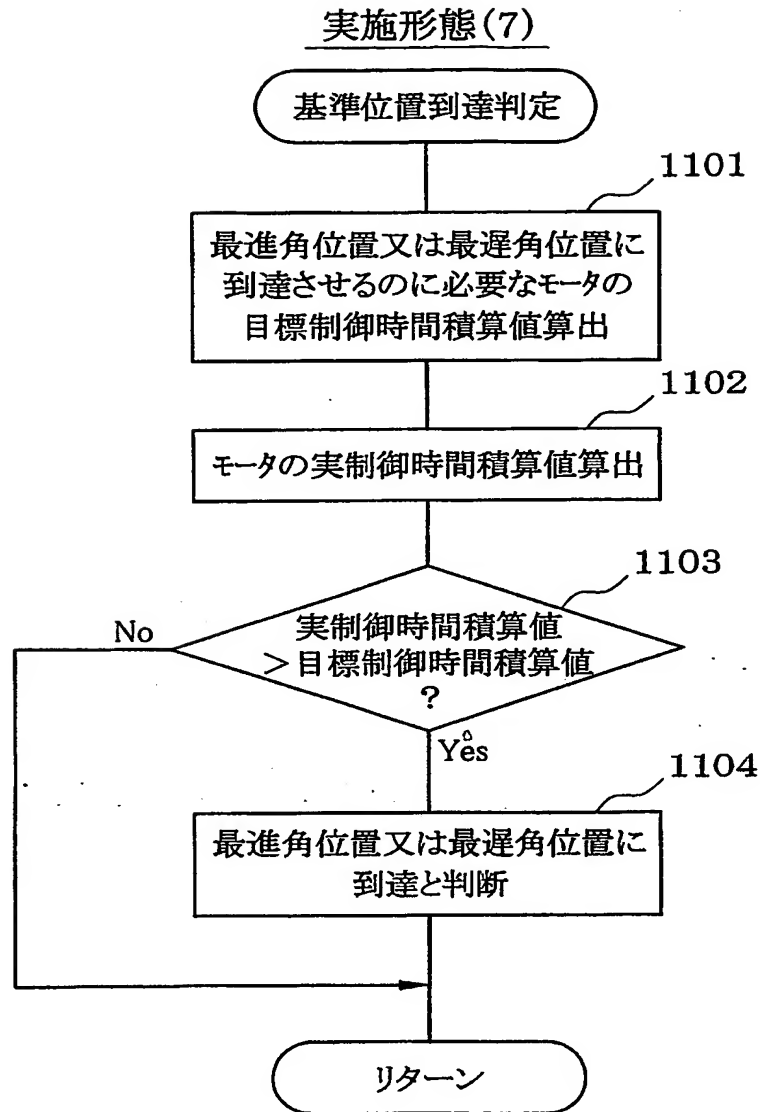
【図13】



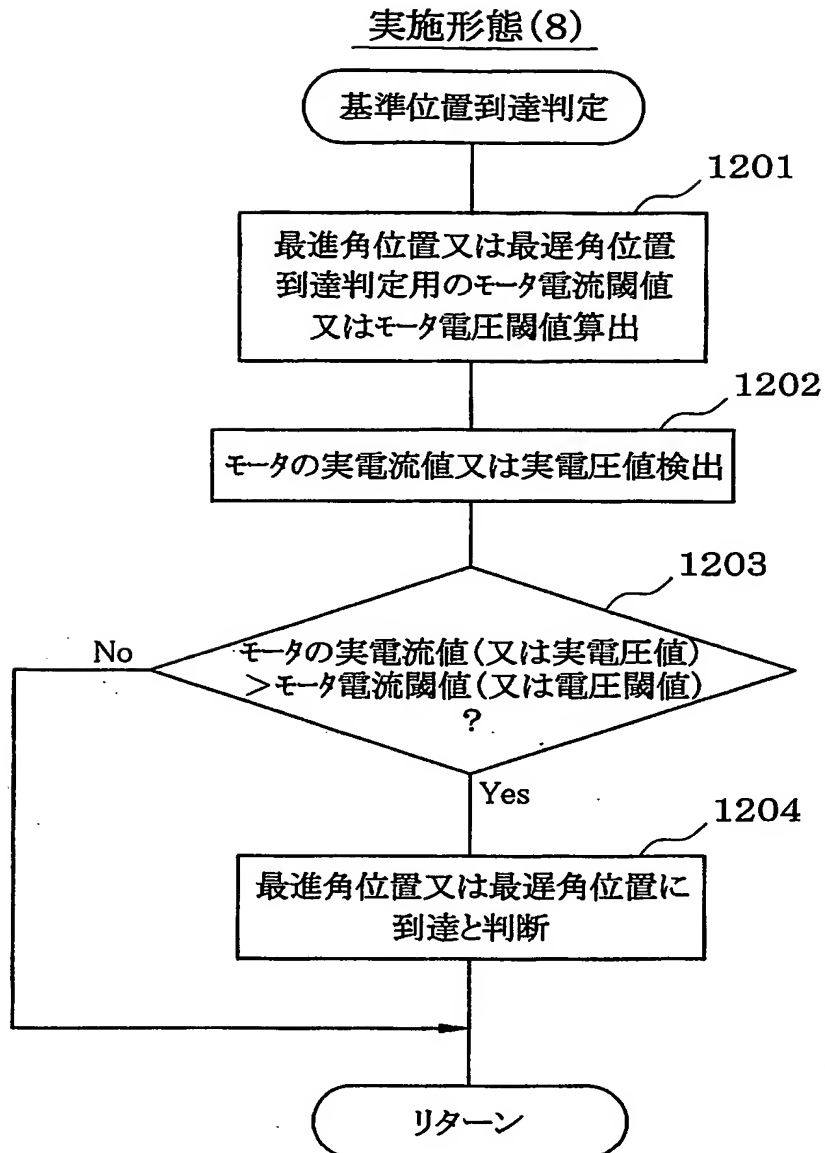
【図14】



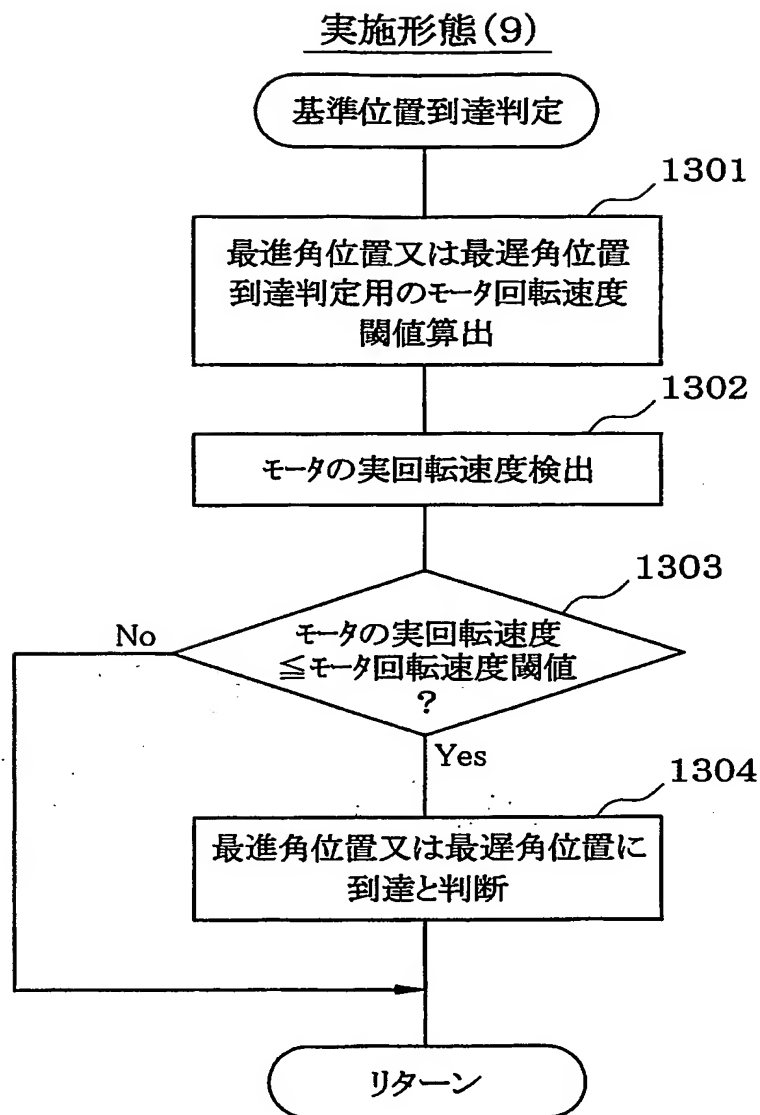
【図 15】



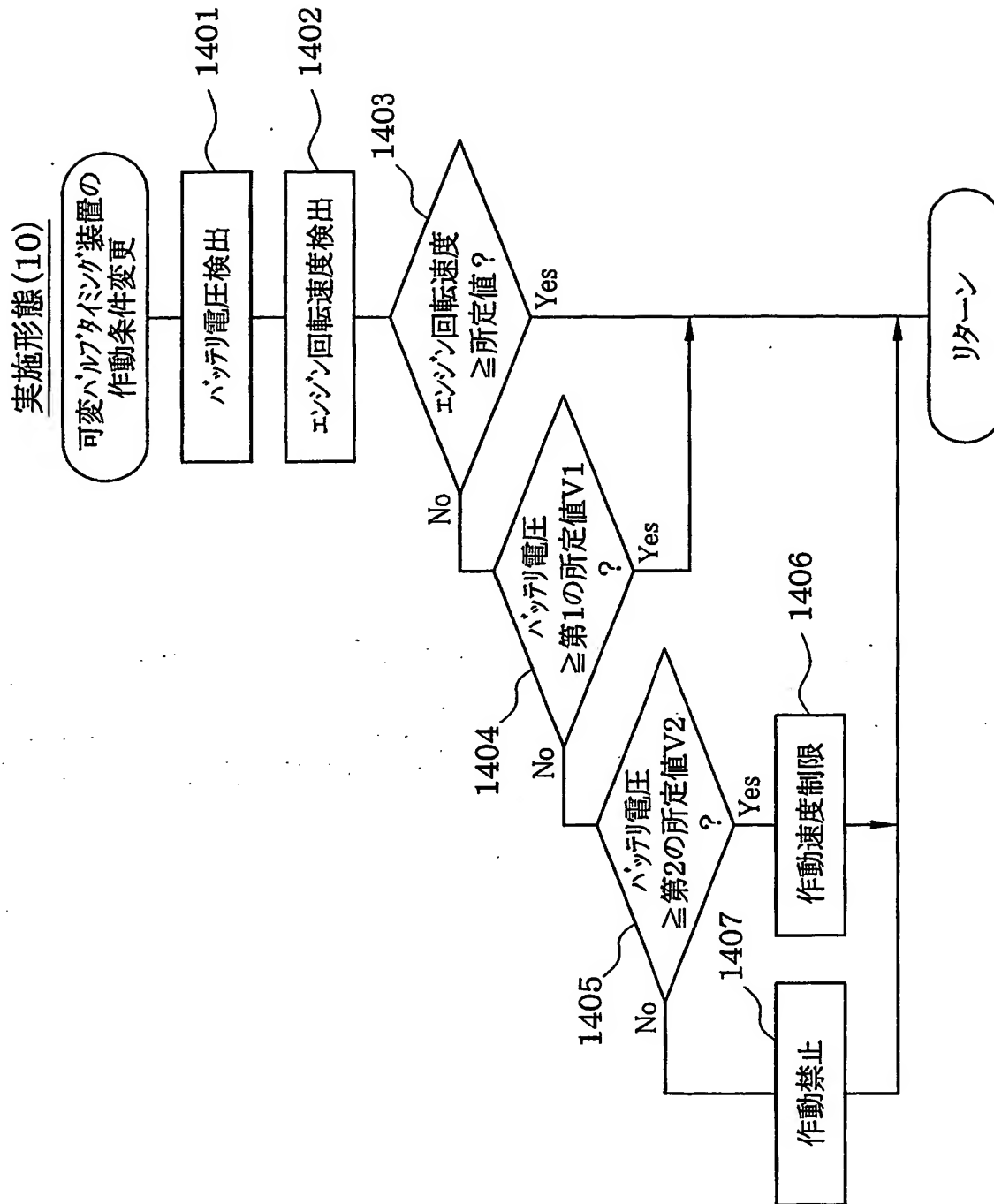
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エンジン始動時から停止時まで可変バルブタイミング装置を制御するシステムにおいて、始動時や停止時の可変バルブタイミング制御性を向上させる。

【解決手段】 ECU30は、エンジン11の回転状態（正回転、逆回転、停止）を監視し、エンジン正回転中はクランク角センサ20とカム角センサ19の出力信号に基づいて算出した実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置18をフィードバック制御し、エンジン停止中はエンジン停止後の可変バルブタイミング装置18のモータの実回転量を目標回転量に制御して実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させる。また、エンジン逆回転中は実バルブタイミングの算出や可変バルブタイミング制御を停止する。これにより、エンジン始動時や停止時にエンジン逆回転が発生しても、逆回転によるバルブタイミング制御精度の悪化を未然に防止する。

【選択図】 図1

特願 2003-045392

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名

株式会社デンソー